

General Disclaimer

One or more of the Following Statements may affect this Document

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

E83-10341

CR-172468

"Made available under NASA sponsorship.
In the interest of early and wide dissemination
Program is a Resources Survey
for any use."



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



(E83-10341) GEOLOGIC MAPPING OF THE BAURU
GROUP IN SAO PAULO STATE BY LANDSAT IMAGES
(Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao Jose)
115 p HC A06/MF A01

CSCL 08B

N83-27316

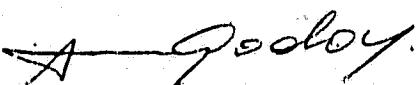
Unclass

G3/43 00341

RECEIVED BY
NASA STI FACILITY
DATE 5/16/83
DCAF NO. 0021949
PROCESSED BY
 NASA STI FACILITY
 ESA - SDS AIAA



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

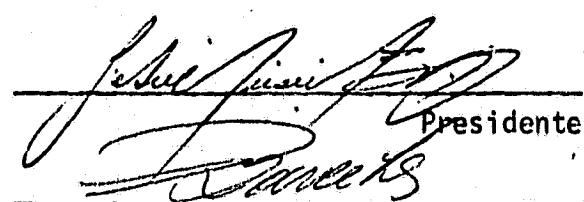
1. Publicação nº INPE-2661-TDL/119	2. Versão	3. Data Mar., 1983	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem DRH-DSR	Programa ERH/SER		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) GRUPO BAURU MAPEAMENTO REGIONAL SENSORIAMENTO REMOTO			
7. C.D.U.: 528.711.7:550.8:528.4(816.12)			
8. Título MAPEAMENTO GEOLOGICO DO GRUPO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO, ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT		INPE-2661-TDL/119	10. Páginas: 114
9. Autoria Antonio Misson Godoy			11. Última página: A.1
Assinatura responsável			12. Revisada por Marcelo Barbosa Marx Prestes Barbosa
14. Resumo/Notas		13. Autorizada por Nelson de Jesus Parada Diretor	
<p>O presente trabalho consiste no mapeamento das áreas de ocorrência do Grupo Baúru no Estado de São Paulo, que se concentram principalmente no Planalto Ocidental Paulista. Compreende o Mapeamento Geológico Regional na escala 1:250.000, através do uso de imagens MSS/LANDSAT. A interpretação visual das imagens consistiu basicamente na identificação e análise das diferentes características espectrais utilizando-se os canais 5 e 7, os quais apresentam uma melhor resposta para a diferenciação das unidades geológicas que constituem este Grupo. Complementando os estudos das imagens, realizou-se uma etapa de tratamento automático no Analisador I-100, com a finalidade de auxiliar a extração de informações, principalmente em áreas de difícil caracterização na interpretação visual. Através das características regionais fornecidas pelas imagens MSS/LANDSAT, aliadas a estudos litoestratigráficos efetuados nas áreas de ocorrência destes sedimentos, foi possível a homogeneização dos critérios para subdivisão deste Grupo; obteve-se assim uma distribuição espacial das unidades mapeadas para todo o Estado de São Paulo, correlacionando-as à divisão estratigráfica proposta em 1980 por Soares et alii para o Grupo Baúru: Formação Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.</p>			
15. Observações Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto aprovada em 31 de agosto de 1982.			

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

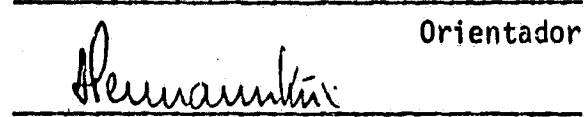
ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

Aprovada pela Banca Examinadora
em cumprimento a requisito exigido
para a obtenção do Título de Mestre
em Sensoriamento Remoto

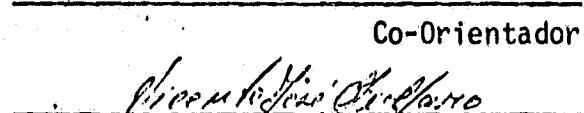
Dr. Getúlio Teixeira Batista


Presidente

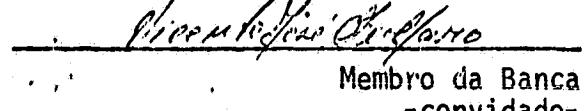
Dr. José Humberto Barcelos


Orientador

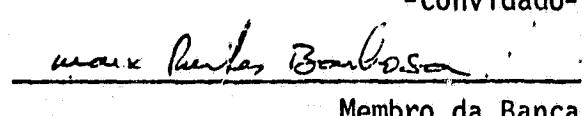
Dr. Hermann Kux


Co-Orientador

Dr. Vicente José Fúlfaro


Membro da Banca
- convidado -

Geol. Marx Prestes Barbosa, MSc.


Membro da Banca

Candidato: Antonio Misson Godoy

São José dos Campos, 31 de agosto de 1982

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

*Aos meus pais, irmãos, esposa
e filhos: RENATA e EDUARDO*

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), aos Departamentos de Mineralogia e Recursos Minerais e Geologia Geral e Aplicada (UNESP - Rio Claro), e aos colegas pelo apoio recebido.

Quero deixar registrados os meus sinceros agradecimentos ao Prof. Luiz Roberto Cottas, Prof. Jairo Roberto Jimenez e Dr. Herman Kux, e em especial ao Prof. Dr. José Humberto Barcelos e ao Geol. Marx Prestes Barbosa pela orientação, dedicação e amizade, sem as quais este trabalho não poderia atingir os seus objetivos, e a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a sua realização.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

ABSTRACT

The present work deals with the results of mapping areas of occurrence of the Bauru Group in São Paulo State, with emphasis on the western plateau regions. Regional geological mapping was carried out on a 1:250.000 scale with the help of MSS/LANDSAT images. The visual interpretation of images consisted basically of identification of different spectral characteristics of the geological units using channels 5 and 7, which give the best response for this purpose. In addition, complementary studies were made for treatment of data with an Interative Image (I-100) analyser in order to facilitate the extraction of information, particularly for areas where visual interpretation proved to be difficult. Regional characteristics provided by MSS/LANDSAT images, coupled with lithostratigraphic studies carried out in the areas of occurrence of Bauru Group sediments, enabled the homogenization of criteria for the subdivision of this group. Thus it was possible to obtain a spatial distribution of the mapped units for the entire State of São Paulo and to correlate these with the stratigraphic divisions: Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina and Marília Formations proposed by Soares et alii in 1980.

LISTA DE FIGURAS	<i>xi</i>
LISTA DE TABELAS	<i>xiii</i>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
1.1 - Generalidades	1
1.2 - Objetivos	2
1.3 - Justificativas	2
1.4 - Localização da área	3
1.5 - Aspectos fisiográficos	5
1.5.1 - Geomorfologia	5
1.5.2 - Clima	8
1.5.3 - Vegetação	10
1.5.4 - Solos	11
<u>CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS</u>	13
2.1 - Materiais	13
2.1.1 - Imagens LANDSAT	13
2.1.2 - Cartas topográficas	14
2.2 - Métodos	15
2.2.1 - Aquisição de imagem e bibliografia	16
2.2.2 - Critérios de interpretação das imagens	16
2.2.3 - Mapa geológico preliminar	18
2.2.4 - Trabalhos de campo	19
2.2.5 - Fotointerpretação final	19
2.2.6 - Tratamento automático de imagem	19
2.2.7 - Mapas geológicos e relatórios finais	29
<u>CAPÍTULO 3 - GEOLOGIA</u>	31
3.1 - Geologia regional	31
3.1.1 - Grupo Passa Dois	33
3.1.2 - Grupo São Bento	33
3.1.3 - Grupo Bauru	34
3.1.4 - Coberturas cenozóicas	34

	<u>Pág.</u>
<u>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS</u>	37
4.1 - Trabalhos prévios	37
4.2 - Área geográfica, espessura e litologia	41
4.3 - Unidades fotolitológicas mapeadas	42
4.4 - Estratigrafia do Grupo Bauru	52
4.4.1 - Formação Caiuá	52
4.4.2 - Formação Santo Anastácio	56
4.4.3 - Formação Adamantina	60
4.4.4 - Formação Marília	65
4.5 - Processamento automático no analisador I-100	69
4.6 - Evolução geológica	81
<u>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES</u>	85
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	89
<u>APÊNDICE A - MAPAS GEOLÓGICOS</u>	

	<u>Pág.</u>
1.1 - Mapa de localização da área	4
1.2 - Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, modificado de Almeida (1964)	6
1.3 - Mapa de divisão climática do Estado de São Paulo	9
2.1 - Mapa de articulação de folhas topográficas e imagens LANDSAT	13
3.1 - Coluna litoestratigráfica da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo, baseado em Fiori (1977).....	32
4.1 - Correlação das classificações estratigráficas do Grupo Bauru	38
4.2 - Canal 7 de imagens MSS/LANDSAT da região do Pontal do Paranapanema, na escala 1:400.000	47
4.3 - Canal 7 de imagens MSS/LANDSAT da região do rio Aguapeí, na escala 1:400.000	49
4.4 - Canal 7 de imagens MSS/LANDSAT da região do Pianalto de Marília, na escala 1:400.000	50
4.5 - Arenitos da Formação Caiuá na base do Morro do Diabo - Rodovia Teodoro Sampaio a Rosana	54
4.6 - Relevo constituído pelas Formações Santo Anastácio e Caiuá na região do Pontal do Paranapanema	57
4.7 - Arenitos da Formação Adamantina - Rodovia SP-463, próxima ao trevo de Jales	62
4.8 - Siltitos intercalados com níveis de arenitos argilosos da Formação Adamantina - Rodovia Birigui a Buritana (SP-461).	63
4.9 - Contato brusco entre as Formações Santo Anastácio e Adamantina - Rodovia SP-463, vale do rio São José dos Dourados	64
4.10 - Arenitos da Formação Marília - Rodovia Marília a Assis (SP-333)	67
4.11 - Relevo constituído pelas Formações Adamantina e Marília..	68
4.12 - Imagem 206-27 - Composição colorida dos canais 7 (vermelho), 5 (verde) e 4 (azul) pela sua multiplicação pelo fator 2	71
4.13 - Imagem 220-27 - Composição colorida falsa-cor dos canais 5 (vermelho), 6 (verde) e 7 (azul).....	72
4.14 - Imagem 220-27 - Aumento de contraste e composição colorida do canal 7 (vermelho), 6 (verde) e 5 (azul)	74

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

Pág.

4.15 - Gráfico representativo da Função Discriminante	76
4.16 - Gráfico representativo da Função Discriminante	77
4.17 - Imagem 220-27 - área norte (Região de Dracena) Divisão de Intervalos de Intensidade	77

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Relação das imagens multiespectrais MSS do Satélite LANDSAT.	14
2.2 - Relação das folhas topográficas na escala 1:250.000	15
2.3 - Filtros bidimensionais curtos	23
4.1 - Características fotolitológicas das unidades do Grupo Bau ru	51
4.2 - Classes e matriz de classificação de áreas testes	78
4.3 - Matriz de classificação de áreas de treinamento	79
4.4 - Matriz de classificação de área teste-parâmetros Média-K..	80
4.5 - Matriz de classificação de área teste - SELATR - MAXVER ...	81

CAPÍTULO 1

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY.

INTRODUÇÃO

1.1 - GENERALIDADES

O sensoriamento remoto ao nível orbital vem sendo utilizado em extensas áreas do Território Nacional para levantamentos geológicos regionais, principalmente através da utilização dos produtos dos satélites LANDSAT.

O presente trabalho visa o estudo e aplicações das imagens MSS do LANDSAT, no mapeamento das rochas sedimentares do Grupo Bauru no Estado de São Paulo.

O Grupo Bauru ocupa uma área de cerca de 350.000 km², abrangendo partes dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Paraná; constitui um dos últimos eventos geológicos com extensa distribuição na Bacia do Paraná.

Litologicamente este Grupo é constituído por arenitos, arenitos argilosos, siltitos, argilitos, conglomerados, apresentando cimentação ou concreções carbonáticas em proporções variáveis e camas de calcáreos arenosos restritas à região de Uberaba (MG) e Agudos (SP).

A divisão estratigráfica adotada neste trabalho corresponde às Formações já estabelecidas para o sudoeste do Estado de São Paulo: Formações Caiuá, Santa Anastácia, Adamantina e Marília. (Soares et alii, 1980).

Estes sedimentos do Cretáceo Superior ocupam a maior parte do Planalto Ocidental Paulista, com uma distribuição quase contínua, o que o torna de vital importância devido às suas excelentes condições de aquífero, bem como de substrato à implantação do desenvolvimento de todo oeste Paulista.

1.2 - OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é a elaboração do mapeamento geológico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo, na escala 1:250.000, que torna possível uma homogeneização de critérios na subdivisão estratigráfica e na distribuição espacial de suas unidades, com base em:

- Estudos e aplicações de técnicas de sensoriamento remoto, utilizando basicamente Imagens LANDSAT MSS, na caracterização e diferenciação das unidades geológicas através de suas propriedades espectrais.
- Utilização de conceitos, definidos em trabalhos anteriores desta unidade sedimentar, aliados a novos dados obtidos no decorrer desta pesquisa, principalmente quanto aos aspectos litológicos e estratigráficos, objetivo primordial dos constantes trabalhos de campo efetuados durante este mapeamento.

1.3 - JUSTIFICATIVAS

A seleção do Grupo Bauru como área de trabalho foi baseada principalmente nos seguintes fatores:

- Necessidade de um mapa geológico de toda área de ocorrência desses sedimentos no Estado de São Paulo, com uma proposta estratigráfica única, bem como a caracterização litológica de suas subdivisões, em virtude de esses sedimentos ocuparem mais da metade da área do Estado e pelas suas excelentes condições como aquífero, indispensável para essa região em intenso desenvolvimento.
- Testar a potencialidade das imagens LANDSAT em áreas que apresentassem divergências quanto a problemas geológicos regionais, que pudessem ser definidos dentro dos objetivos desse trabalho, como a distribuição espacial das Formações do Grupo Bauru, em

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

função das diferentes subdivisões litoestratigráficas adotadas em trabalhos anteriores, em áreas do Estado de São Paulo.

1.4 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de trabalho abrange principalmente a região do Planalto Ocidental Paulista, bem como pequenas áreas de ocorrência desses sedimentos pós-basálticos que ultrapassam a leste esta unidade geomorfológica; está situada no Estado de São Paulo, entre os paralelos $19^{\circ}50'$ e $23^{\circ}00'$ sul e os meridianos $47^{\circ}30'$ e $53^{\circ}10'$ oeste.

Na divisão política do Estado esta área abrange as regiões administrativas 10 (Presidente Prudente), 9 (Araçatuba), 8 (São José do Rio Preto) e partes das regiões 11 (Marília), 7 (Bauru), 6 (Ribeirão Preto), 5 (Campinas) e 4 (Sorocaba).

Está definida ao norte pelo Rio Grande, ao sul pelo Rio Paranapanema e a oeste pelo Rio Paraná; a leste não há limite geográfico preciso, pois envolve o mapeamento de pequenas áreas de ocorrência destes sedimentos já na província das Questas Basálticas (Figura 1.1).

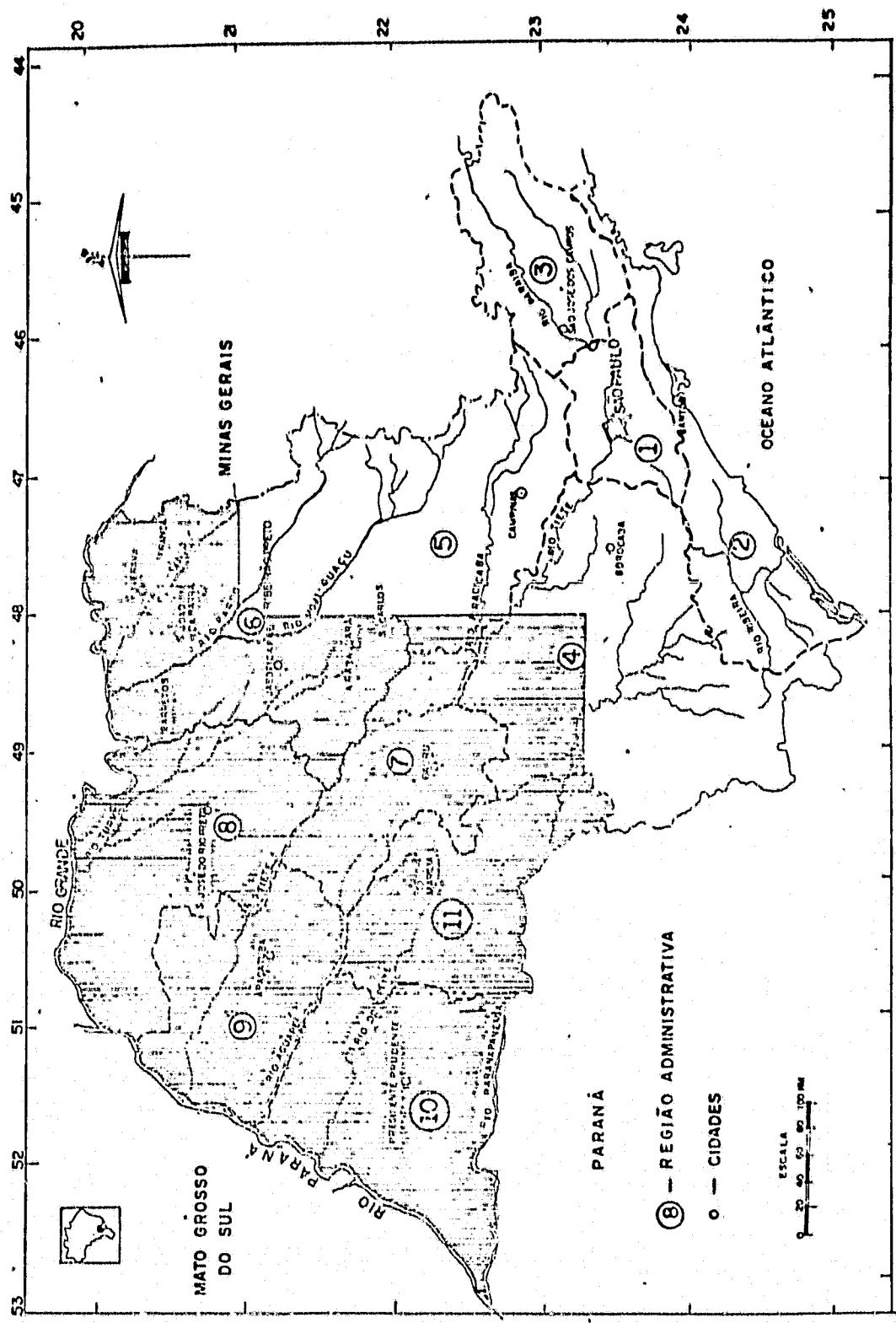


Fig. 1.1 — Mapa de localização da área.

1.5 - ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

1.5.1 - GEOMORFOLOGIA

A área mapeada faz parte, em quase sua totalidade, da província geomorfológica V, denominada Planalto Ocidental por Almeida (1964); somente a leste aparecem pequenas áreas testemunho destes sedimentos pertencentes à província geomorfológica IV, denominada pelo mesmo autor "Cuestas Basálticas", dominada pelos derrames basálticos (Figura 1.2).

A região principal compreende o Planalto Ocidental, caracterizado a oeste das Cuestas Basálticas por chapadões que mergulham suavemente para W e NW, com altitudes geralmente inferiores a 700 m; as altitudes decrescem de leste para oeste, variando de 700 a 300 m.

A característica fundamental do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo é uma sucessão de campos ondulados, de relevo extremamente suavizado, configurando baixas e amplas colinas que avançam em direção aos vales dos principais rios que buscam as águas do rio Paraná (Suguió, 1973).

Localmente este relevo pode apresentar-se mais movimentado quando a erosão dissecada o terreno, o que origina as frentes de paredões de arenito que margeiam platôs de topo excessivamente plano. Às vezes, esta topografia é tão dissecada e posteriormente aplainada que restam somente raros morros testemunho no meio de uma topografia de campos ondulados.

Estas áreas, topograficamente mais elevadas, com altitudes máximas de 700 m, são sustentadas pela unidade superior do Grupo Bauru, a Formação Marília, de constituição carbonática mais resistente à erosão. Constituem em duas principais áreas de ocorrência, ao sul o Planalto de Garça, que se prolonga para oeste em dois sentidos: um em direção à Pompeia, constituindo a Serra de Agudos, e outro no sentido de Echaporã, formando a Serra do Mirante.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

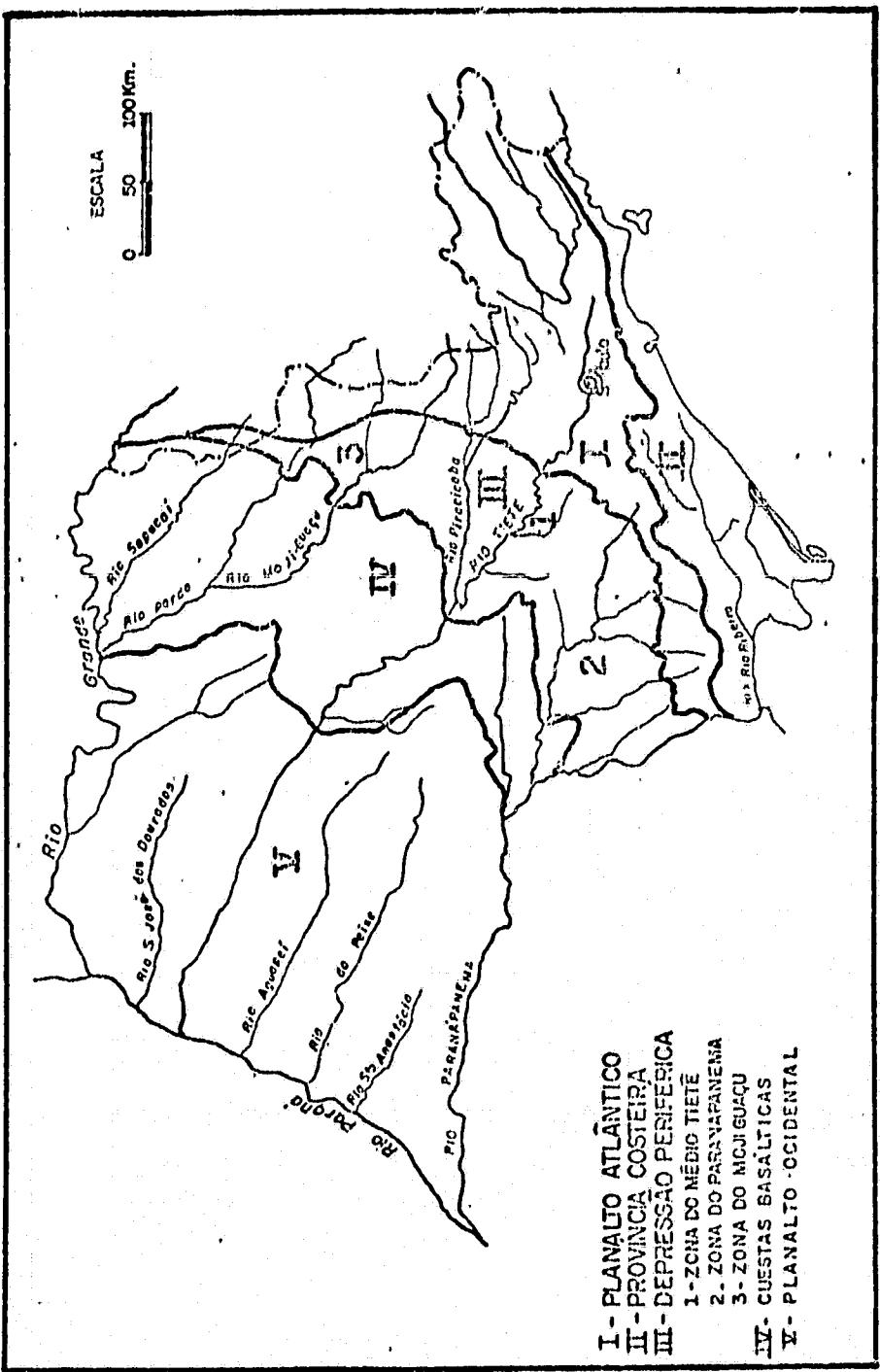


Fig. 1.2 - Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, modificado de Almeida (1964).

Ao norte verifica-se o Planalto de Monte Alto, constituído por dois alongamentos, um com sentido noroeste-sudeste, formado pela Serra de Itambé, e outro no sentido norte-sul, constituído pela Serra de Jaboticabal.

Ambos os planaltos estão limitados por escarpas abruptas, com desniveis que vão de 50 a 100 m.

Topograficamente registra-se uma segunda feição morfológica que atinge as cotas de aproximadamente 500 m, feição esta constituída por extensos espiões em forma de longas e estreitas faixas, divisoras das principais bacias hidrográficas da região; estas faixas, representadas por litologias que oferecem maior resistência à erosão, são constituídas pelos arenitos da Formação Adamantina.

Quanto a este aspecto topográfico pode-se dividir a região em duas grandes áreas. Uma ao norte do rio Tietê, caracterizada por um relevo mais acidentado, em virtude de estes espiões se encontrarem em maior desnível em relação aos rios principais e por ser a área constituída basicamente pela Formação Adamantina. A outra, ao sul do rio Tietê, apresenta um modelado mais aplainado e suavizado, por estarem os centros das bacias hidrográficas situados geralmente na Formação Santo Anastácio, constituindo vales mais abertos com desniveis menores em relação aos espiões constituídos pela Formação Adamantina.

Na região do Pontal do Paranapanema verifica-se um relevo quase totalmente aplainado, que apresenta as menores cotas em torno de 300 m, em virtude da menor resistência à erosão oferecida pelas Formações Santo Anastácio e Caiuá. Destacam-se no relevo pequenos morros testemunho constituídos pela Formação Adamantina, sendo o Morro do Diabo o mais proeminente, com altitudes acima de 600 m, testemunho da antiga superfície de aplainamento correlacionada por Landin e Soares (1976) à superfície Sul-americana.

Geralmente, nos vales dos principais rios a denudação atinge os basaltos da Formação Serra Geral, que afloram em estreitas faixas paralelas aos fundos dos vales.

A região leste da área faz parte da província geomorfológica das "Cuestas Basálticas", constituídas por um relevo levemente ondulado e uniforme, cuja altitude varia de 700 a 400 m. Este relevo é formado basicamente pelos basaltos; localmente encontram-se pequenos espiões e morros isolados de sedimentos pós-basálticos.

O limite da ocorrência de sedimentos pertencentes ao Grupo Bauru estão relacionados a uma segunda feição topográfica desta unidade geomorfológica, às "Cuestas" de composição arenítico-basáltica, onde afloram as sequências pré-basálticas.

1.5.2 - CLIMA

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, enquadra-se entre AW e CWA, ou seja, entre o clima Tropical Úmido e o Subtropical Semi-Úmido.

O clima AW, clima tropical úmido com estações chuvosas no verão e secas no inverno, apresenta uma estação chuvosa nos meses de outubro a abril, com índices de precipitação por volta de 1100 a 1300 mm, e uma estação seca que vai de maio a setembro, onde as precipitações são menores que 300 mm, apresentando nos meses quentes temperaturas acima de 25°C e nos meses frios, abaixo de 18°C.

O clima CWA, clima mesotérmico de inverno seco, apresenta temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e do mês mais quente, superior a 22°C. O total de precipitação é quase idêntico ao do tipo AW, mas com invernos mais secos (Figura 1.3).

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

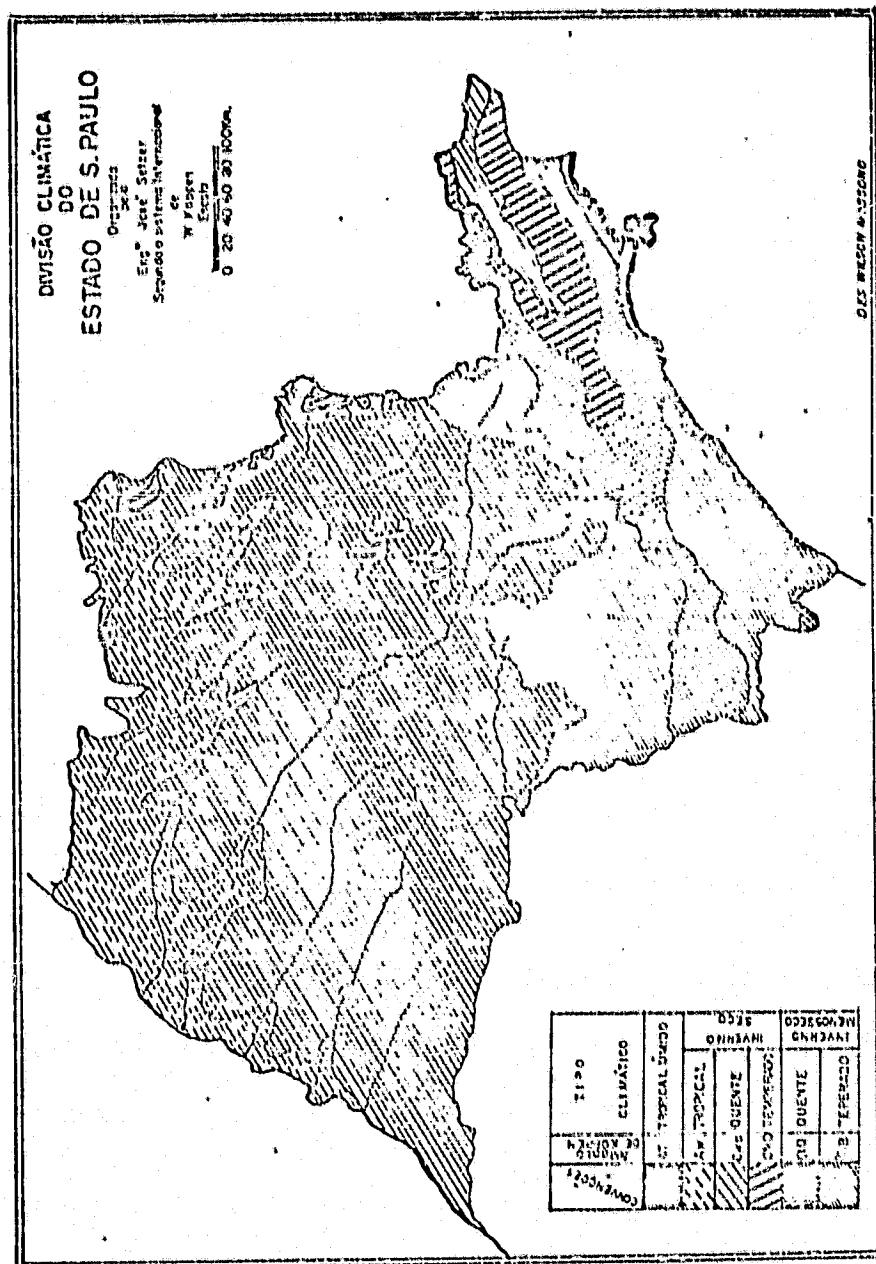


Fig. 1.3 - Mapa de divisão climática do Estado de São Paulo.

A distribuição das chuvas não é homogênea durante o ano; está concentrada nos meses de outubro a abril, havendo uma escassez de chuvas entre abril e setembro.

A estação chuvosa concentra cerca de 80% do total anual da precipitação, do qual 50% concentra-se nos meses de dezembro a fevereiro.

A estação seca perfaz portanto 20% do total anual, sendo agosto o mês mais seco.

A temperatura média anual da área é alta, com duas estações bem definidas: A estação chuvosa é quente, com médias mensais acima de 24°C a 25°C , sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes, com médias de 30°C . A estação seca é fria, com médias mensais em torno de 19°C , sendo frequentes em julho quedas bruscas na temperatura (DAEE, 1976).

O regime climático da área é influenciado em primeiro lugar, por massas de ar marítimas e, em segundo lugar, por massas de ar continentais.

As principais massas de ar que interatuam de forma diferente durante as estações do ano são: Massa de ar Tropical Continental, Massa Equatorial Continental, Massa de ar Polar e Massa Tropical Atlântica.

1.5.3 - VEGETAÇÃO

A vegetação característica de todo o oeste Paulista é a antiga Floresta Tropical Latifoliada, a qual ocorre nos dias atuais em pequenas manchas da floresta primitiva, nas baixadas dos rios e lugares de topografia mais acentuada, em virtude do desmatamento ocorrido com a ocupação humana.

O que predomina hoje em toda região é a substituição des-
ta mata por atividades agro-pastoris, bem como por pequenas áreas de
reflorestamento, ou às vezes por pequenas manchas de capoeiras ou de
cerrados em áreas de topografia mais acentuada.

1.5.4 - SOLOS

Os principais grupos de solos que ocorrem na área são pro-
venientes do Grupo Bauru, destacando-se os solos Podzolizados Vermelho-
Amarelos variação Marília e Lins e o Latossolo Vermelho Escuro fase
arenosa. Secundariamente aparecem os Látossolos Roxos no domínio dos
basaltos da Formação Serra Geral e o Latossolo Roxo fase arenosa em es-
treitas faixas ao longo dos principais rios da região.

Os solos da região estão principalmente associados às di-
versas formações geológicas. Assim os Podzolizados Vermelho-Amarelos
variação Marília encontram-se nos platôs da Formação Marília a partir
de arenitos calcíferos, encontrando-se em alguns destes platôs terra-
ços de recobrimento que se caracterizam pela presença de Podzolizados
Vermelho-Amarelos variação Lins e os Latossolos Vermelhos escuros fase
arenosa.

Na Formação Adamantina apresentam-se os Podzolizados Ver-
melho-Amarelos variação Lins e Marília, sendo dominantes os solos va-
riação Lins. Em algumas porções do relevo onde a erosão é mais atuante
e portanto os processos de lixiviação são mais intensos, apresentam-se
Latossolos Vermelho-Amarelos fase arenosa.

Nas Formações Santo Anastácio e Caiuá, apresentam-se do-
minantes os Latossolos Vermelho-Amarelo-Escuros textura média para a
Formação Santo Anastácio e fase Arenosa para a Formação Caiuá.

Apresentam-se também os latossolos correspondentes às di-
versas formações.

CAPÍTULO 2

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - MATERIAIS

A documentação básica utilizada neste trabalho foram as imagens MSS do satélite LANDSAT, do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), e as cartas topográficas na escala 1:250.000 (Figura 2.1).

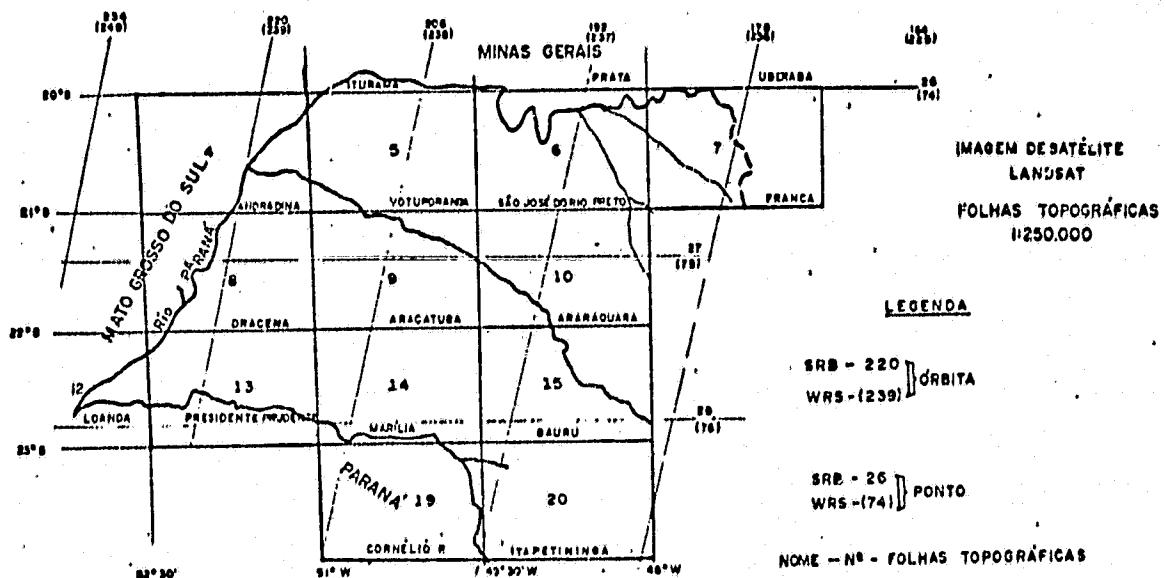


Fig. 2.1 - Mapa de articulação de folhas topográficas e imagens LANDSAT.

2.1.1 - IMAGENS LANDSAT

Para a realização do trabalho proposto foram utilizadas:

- Imagens MSS do LANDSAT (canais 5 e 7) na escala 1:250.000, em cópias de papel em mate de tons branco e preto.
- Fitas CCTs do LANDSAT.

As cenas utilizadas estão discriminadas na Tabela 2.1.

TABELA 2.1

RELAÇÃO DAS IMAGENS MULTIESPECTRAIS MSS DO SATELITE LANDSAT

DATA	ÓRBITA (SRB)	PONTO (SRB)	FORMA
30/07/79	220	28	C.Papel
22/06/79	192	28	C.Papel
29/07/79	206	28	C.Papel
30/07/79	220	27	C.Papel
08/06/80	206	27	C.Papel
22/06/79	192	27	C.Papel
03/06/79	178	27	C.Papel
30/07/79	220	26	C.Papel
29/07/79	206	26	C.Papel
07/06/80	192	26	C.Papel
03/06/79	178	26	C.Papel
01/04/79	178	28	C.Papel
17/06/75	206	27	CCT
27/08/77	220	27	CCT

OBS.: (SRB) - Sistema de Referência Brasileiro para lo
calização da imagem.

2.1.2 - CARTAS TOPOGRÁFICAS

Foram utilizadas cartas topográficas na escala 1:250.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para controle de campo, juntamente com as Imagens LANDSAT, e como folhas-base para transferência dos dados obtidos na interpretação das Imagens, e encontram-se discriminadas na Tabela 2.2.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

TABELA 2.2

RELAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS NA ESCALA 1:250.000

NÚMERO OFICIAL	NÚMERO DA FOLHA NO MAPA ÍNDICE	NOME DA FOLHA	NOMENCLATURA
484	12	Loanda	SF - 22 -Y - A
485	13	Presidente Prudente	SF - 22 -Y - B
463	8	Dracena	SF - 22 -Y - D
460	4	Andradina	SF - 22 -Y - B
448	1	Iturama	SE - 22 -Z - C
461	5	Votuporanga	SF - 22 -X - A
474	9	Araçatuba	SF - 22 -X - C
486	14	Marília	SF - 22 -Z - A
462	6	São José do Rio Preto	SF - 22 -X - B
465	10	Araraquara	SF - 22 -X - D
487	15	Bauru	SF - 22 -Z - B
463	7	Franca	SF - 23 -V - A
498	20	Itapetininga	SF - 22 -Z - D
449	2	Prata	SE - 22 -Z - D

OBS.: O número da folha no mapa índice pertence ao Inventário Cartográfico do Estado de São Paulo.

2.2 - MÉTODOS

O trabalho desenvolvido no Estado de São Paulo é voltado para a investigação geológica regional, através de estudos das imagens LANDSAT, obedecendo às seguintes etapas:

2.2.1 - AQUISIÇÃO DE IMAGENS E BIBLIOGRAFIA

Para a aquisição das imagens LANDSAT, partiu-se da definição da escala do produto, bem como dos canais que apresentam melhor resposta espectral ao trabalho proposto.

Em função da repetitividade destes produtos, foi possível escolher, a partir de fotoíndices, imagens com certos padrões como: ausência de nuvens, ângulo de elevação do sol e épocas do ano, mais adequadas, o que auxiliou bastante na interpretação fotogeológica.

A revisão bibliográfica constituiu uma fase constante durante todo o trabalho, em função do grande número de informações sobre a área, e necessitou-se de uma atualização permanente sobre os dados acerca da região em estudo.

2.2.2 - CRITÉRIOS DE INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS

A metodologia utilizada na interpretação fotogeológica corresponde aos procedimentos utilizados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) para mapeamentos geológicos regionais. Constituiu initialmente na identificação e individualização de feições com características semelhantes e, posteriormente, a definição do significado geológico dessas feições.

Os procedimentos de interpretação fotogeológicas seguiam, no entanto, os critérios estabelecidos para as fotografias aéreas convencionais, através do reconhecimento dos elementos mais significativos na interpretação, tais como: elemento de textura, textura, estrutura, forma e tonalidade, os quais são definidos a seguir. Estes critérios sofreram algumas adaptações em virtude da diferença de escala de trabalho e da possibilidade de trabalhar conjuntamente com várias bandas espetrais, através dos produtos deste sensor.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

- *Elemento de Textura* - é o menor elemento, com forma e dimensões definidas e distinguível na imagem fotográfica, possível de repetição (Riverau, 1972).
- *Textura* - corresponde ao padrão de arranjo dos elementos texturais, ou seja, é o modo de apresentação na imagem de um conjunto de feições unitárias, muito pequenas para serem distinguidas individualmente, denominados elementos texturais (Riverau, 1972).

O valor quantitativo tanto da textura de relevo como da textura de drenagem foi considerado a "densidade de textura", que pode ser definida como o número de texturas por unidade de área.

- *Estrutura* - é a lei que exprime ou define o padrão de organização no espaço dos elementos texturais, segundo uma disposição ordenada ou aleatória (Riverau, 1972).
- *Forma* - exprime a disposição espacial de elementos texturais com propriedades comuns (Riverau, 1972).

Através dos arranjos destes elementos definiram-se as formas de relevo e os padrões de drenagem, de modo a se enquadrarem em modelos de drenagem preestabelecidos inicialmente para fotografias aéreas convencionais (Howard, 1967).

- *Tonalidade* - é a variação de cinza com que um alvo é registrado num filme fotográfico; é dada pela reflectância do alvo, em uma determinada banda espectral, e está colocada numa escala de 16 níveis de tonalidade para cada canal das imagens LANDSAT.

E através da análise destes elementos que se definem as zonas homólogas formadas pela repetição dos mesmos elementos texturais e das mesmas estruturas.

Na interpretação das imagens, optou-se pelos canais 5 e 7, que forneceram melhores respostas espectrais para os estudos geológicos (INPE, 1980).

Inicialmente partiu-se para o traçado da rede de drenagem, de forma sistemática e uniforme, com o máximo de detalhamento possível na escala de trabalho, utilizando os canais 5 e 7.

Através das imagens do canal 7 foi possível o traçado dos cursos principais, mais nítidos nesta faixa de comprimento de onda, e através das imagens do canal 5, a complementação do traçado da rede hidrográfica. Em função do traçado da drenagem, podem-se ter inicialmente informações quanto às estruturas geológicas, e mais grosseiramente quanto aos limites das unidades fotolitológicas.

A segunda fase foi a delimitação de unidades texturais, identificação e delimitação de feições geomorfológicas e estruturais para ambos os canais; no canal 5 foram mais bem identificadas as unidades texturais por apresentarem um maior contraste tonal. Quanto aos aspectos morfológicos e estruturais, foram identificados com maior nitidez no canal 7.

A integração das diferentes características definidas para ambos os canais, aliadas aos critérios de fotointerpretação, permitem a individualização e delimitação das zonas fotogeológicas, que constituíram um documento-base com as informações geológicas interpretadas, documento este elaborado fundamentalmente através da delimitação de zonas homólogas, constituídas por rochas com propriedades especiais similares, necessitando portanto do levantamento de campo, para a comprovação das características identificadas.

2.2.3 - MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR

A fotointerpretação realizada na fase interior foi transferida para folhas bases na escala 1:250.000 do IBGE, associando às zonas fotogeológicas as unidades geológicas estabelecidas na literatura.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

Através de uma análise preliminar foram fornecidos elementos para um planejamento direcionado nos trabalhos de campo, com vistas em atingir o objetivo do mapeamento geológico regional, bem como para a seleção de áreas que deveriam receber maior detalhamento nos trabalhos de campo, em virtude de problemas confrontados com a bibliografia existente e de áreas de difícil caracterização na interpretação das imagens.

2.2.4 - TRABALHOS DE CAMPO

A partir dos objetivos predeterminados na fase anterior, partiu-se para os trabalhos de campo direcionados à verificação das unidades e estruturas identificadas nas imagens. As observações de campo basearam-se em perfis ao longo das estradas, com observações litotratigráficas, estruturais, solos, topografia e demais características que gradativamente definiram as unidades fotogeológicas identificadas na imagem.

2.2.5 - FOTOINTERPRETAÇÃO FINAL

A interpretação final das imagens foi realizada na área correspondente a cada etapa de campo e tornou-se contínua durante todo tempo despendido para efetuar a coleta necessária de informações da área em estudo.

Correlacionando os dados obtidos nas viagens de campo às unidades interpretadas na imagem, foram feitas modificações quando necessárias ao traçado inicial, até atingir uma perfeita caracterização de cada unidade mapeada.

2.2.6 - TRATAMENTO AUTOMÁTICO DE IMAGENS

O tratamento automático de imagens multiespectrais em sistemas eletrônicos tem a finalidade de auxiliar a interpretação de informações contidas em imagens.

A necessidade do tratamento automático decorre da grande quantidade de dados principalmente relacionados com os fenômenos dinâmicos, em intervalos de tempo frequentes. Por isso, segundo Leberl (1978), os agrônomos possuem uma grande aspiração para a automatização das interpretações de rotina; os geólogos, por sua vez, estudam essencialmente fenômenos estáticos, que necessitam de menor automatização e obviamente os resultados esperados podem serem mais difíceis de ser alcançados.

Segundo Dutra et alii (1981), o tratamento automático pode ser dividido em duas partes:

- *Processamento de imagens digitais*, cujo objetivo é facilitar a interpretação humana pela melhora da qualidade da imagem, realçando detalhes importantes.
- *Classificação de padrões*, onde são extraídas das imagens informações mais convenientes à interpretação automática, sem intervenção humana direta.

Um dos problemas do tratamento automático, segundo Landgreber em 1976 (Simonett and Lintz, 1976), é que somente a variação espectral mostrou-se mais viável para a análise automática, embora um grande esforço tenha sido feito na pesquisa básica de métodos para a análise automática de dados de imagens MSS, com base nas variações espaciais e temporais, de maneira que pudessem ser obtidos uma alta eficiência e um baixo custo do tratamento automático; entretanto, poucos métodos têm sido encontrados neste sentido.

Assim, nos trabalhos de análise através do tratamento automático deve-se sempre ter em mente que cada tipo de sensor procura investigar campos específicos de propriedades eletromagnéticas. Segundo Halberty (1976), é necessário deixar bem claro que em Geologia os dados de satélite não resolvem inteiramente problemas de exploração ou monitoramento; contudo, constituem um novo elemento de informação para

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

ser juntado ou reunido à tecnologia existente, permitindo assim o aumento da eficiência nas pesquisas.

No Instituto de Pesquisas Espaciais, o tratamento de imagens MSS é realizado através do Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais IMAGE-100 (I-100), produzido pela General Electric, cuja principal função é a extração de informações temáticas (classificação de padrões) e a secundária é a operação para realce (GE, 1975).

Baseado no princípio de que todos objetos possuem características espectrais únicas ou assinaturas, o I-100 utiliza programas especiais sobre o controle de um minicomputador para implementar algoritmos de extração de características.

Os programas de operação para realce (operações de pré-processamento) têm a finalidade de modificar uma imagem para "aumentar seu impacto sobre o observador, ampliando seu poder de discriminação" (Dutra et alii, 1981).

Entre os programas de pré-processamento, foram utilizados os seguintes durante a realização deste trabalho: Aumento de Contraste, Relação entre Canais, Função de Escalonamento, Filtros Bidimensionais Curtos e Principais Componentes de Imagens Multiespectrais.

a) Aumento de Contraste: tem a finalidade de realçar a imagem através de alteração dos valores dos níveis de cinza dos elementos de uma imagem, fazendo a imagem ocupar toda a faixa possível de níveis de cinza do visualizador.

O realce de contraste mais simples utilizado nesse trabalho foi feito de forma linear, onde o nível mínimo de cinza é levado ao extremo escuro, nível zero, e o nível máximo de cinza, ao extremo claro, nível 255; todos os outros níveis da imagem são distribuídos linearmente entre 0 e 255 (Dutra et alii, 1981). Além da opção linear existe a opção raiz quadrada, onde são realçados os "pixels" de nível

mais baixo e a opção de equidistribuição, que tenta colocar o mesmo número de "pixels" em iguais intervalos do histograma.

b) *Relação entre Canais (divisão)*: é feita para cada "pixel" através da divisão do número digital em uma banda pelo seu correspondente em outra banda; este procedimento é utilizado para a eliminação de fatores multiplicativos e aditivos sobre dados característicos do alvo.

Uma das vantagens das divisões entre canais é a manipulação dos dados em três dimensões, pois dos quatro canais originais do MSS são obtidos três novos canais (4/5, 5/6, 6/7).

Segundo o manual do I-100 (GE, 1975), a relação entre canais deve ser feita com os canais adjacentes; por exemplo: os canais 6 e 7 do infravermelho no LANDSAT são frequentemente bem correlacionados, o que não ocorre quando se relacionam os canais 4 e 7 ou 4 e 6, dado que o efeito sobre o canal 4 é muito diferente do efeito sobre o canal 7, o que não permite a sua eliminação.

Além da divisão simples de um canal pelo outro, existe a razão entre canais adjacentes pela soma deles (DIFF/SUM) e a razão de cada canal pela soma de todos os canais (normalização).

c) *Função de Escalonamento*: permite ao usuário estabelecer determinados valores para os fatores de correção de escala utilizados normalmente para um conjunto de dados atípicos e/ou para eliminar condições de saturação de valores, ou seja, o aparecimento de valores maiores do que os limites estabelecidos.

O conjunto de valores nominais que devem ser estipulados no dispositivo de comando para dados típicos e para cada procedimento é 2^0 .

d) *Filtros Bidimensionais Curtos*: são utilizados para ressaltar aspectos da imagem caracterizados pela existência de bordas, assim como o relevo que é caracterizado pela transição de áreas sombreadas para áreas iluminadas, devido ao ângulo do sol ou às transições naturais como limites entre culturas agrícolas.

Portanto, as técnicas de filtragem digital podem realçar ou suavizar bordas e definir estruturas que muitas vezes se misturam, não aparecendo de forma definida na imagem original (Ribeiro et alii, 1980).

Segundo Rodrigues (1980), estes filtros são de 3 tipos e diferenciam-se entre si pela configuração da vizinhança do "pixel" central a ser filtrado (Tabela 2.3); além disso, implementam realce nas direções NE, NW, NS, EW e isotropicamente. O valor em tom de cinza de um "pixel" passará a ser considerado uma função dos pesos atribuídos empiricamente a si e aos seus vizinhos, por média obtida através de algoritmos específicos para cada filtro.

TABELA 2.3

FILTROS BIDIMENSIONAIS CURTOS

A B ADB DCD BDA B A	D AAA BBBCBBB AAA D	D ADA BBBCBBB ADA D
---------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

e) *Principais Componentes de Imagens Multiespectrais*: basicamente consiste na obtenção de novos canais sem informação redundante (não correlacionados) para auxiliar a interpretação visual dos dados MSS/LANDSAT. Segundo Dutra et alii (1981), estes novos canais são obtidos por certas combinações lineares dos canais originais (transfor

mações de Karhunen Loëve) ou seja, através da rotação espectral dos quatro canais originais. Basicamente, o processo consiste em calcular uma matriz de covariância a partir da qual são calculados os "altos valores" ou "altos vetores".

Os altos vetores definem a direção dos eixos principal e secundário, e os altos valores fornecem uma medida da distribuição dos dados ou a variância de cada um dos eixos. A transposta da matriz dos altos vetores em escala aproximada é a matriz de rotação (GE, 1975).

Segundo Dutra et alii (1981), não se pode dizer a priori que as principais componentes de uma imagem são exatamente equivalentes às bandas originais para a interpretação visual de todos os tipos de feições, devido à natureza subjetiva da interpretação humana, ou seja, as principais componentes são bastante diferentes dos canais originais, sendo esta técnica uma das melhores maneiras de selecionar dados a serem associados às cores fundamentais para a produção de fotografias coloridas ou servirem de entrada para um classificador automático.

Ainda segundo (Dutra et alii, 1981), deve-se tomar cuidado quando forem aplicadas algumas técnicas de aumento de contraste, pois podem aparecer estruturas que realmente não existem na imagem original, o que causa erros na fotointerpretação.

A extração de informações temáticas foi realizada em suas duas formas implementadas no I-100: a supervisionada e a não-supervisionada.

A forma supervisionada difere da forma não-supervisionada pelo fato de serem as áreas de treinamento definidas pelo analista (Santos et alii, 1982).

Na forma supervisionada são utilizados algoritmos de classificação dos tipos:

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

1) Determinístico

Método do paralelepípedo (Dutra et alii, 1981; Lillesand and Kiefler, 1979) ou de aquisição de assinatura de célula única (GE, 1975), e o método de divisão em intervalos de intensidade (Dutra et alii, 1981) ou Grey Level Slicer (GE, 1975).

a) Método do Paralelepípedo: consiste na aquisição de as sinatura de célula espectral simples ou única, que é realizada através de áreas de treinamento fornecidas pelo analista e identificadas pelo cursor.

O algoritmo fornece os histogramas das áreas de treinamento referentes a cada canal, com a possibilidade de modificar os seus limites inferior e/ou superior.

A finalidade desse algoritmo é verificar o comportamento espectral de cada alvo de interesse contido em uma imagem, em relação aos seus vizinhos.

b) Divisão de intervalos de intensidade: divide o histo grama de um determinado canal em fatias de densidade de nível de cinza; a cada intervalo corresponde a uma cor distinta ou um símbolo de uma impressora de linhas.

Segundo Dutra (1982), esse procedimento facilita ao olho humano a discriminação de alvos que possuem uma pequena diferença espectral representada na imagem por níveis de cinza bastante próximos, praticamente imperceptíveis ao observador. Existem três opções:

- Normal: O usuário fornece ou não os limites superior e/ou inferior dos histogramas.

Após fornecer ao sistema o número de fatiamentos desejados (até 8 no sistema I-100 do INPE), a imagem é dividida em intervalos igualmente espaçados.

- *Equidistribuição*: O programa tenta fazer com que a frequência de um determinado nível de cinza seja igual para todos os outros níveis.
- *Manual*: O usuário entra com os valores dos limites inferior e superior das classes (fatias).

2) Estatístico:

Classificador bayesiano (Dutra et alii, 1981) ou Sistema Maxver (Velasco et alii, 1979).

- *Sistema Maxver*: O sistema destina-se à classificação ponto a ponto de imagens multiespectrais obtidas em geral de satélites (Velasco et alii, 1979).

O sistema Maxver é denominado supervisionado porque, em sua etapa inicial, o analista fornece o número de classes e as áreas de treinamento de cada classe correspondente.

Assim, procurou-se nesta etapa associar a cada padrão uma probabilidade de este pertencer a cada uma das classes predefinidas.

As características estatísticas das classes também são adquiridas nesta etapa (Dutra et alii, 1981).

Na etapa de classificação não existe interferência do analista; o programa baseia-se na regra de decisão por máxima verossimilhança, que consiste em associar o padrão à classe para a qual ele tenha maior probabilidade de pertencer, tendo em vista as suas características ou atributos. Este processo minimiza a probabilidade de um padrão ser associado a uma classe à qual ele realmente não pertença. Assim, pode haver dois tipos de erros (Dutra et alii, 1981; Velasco et alii, 1979):

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

- 1) Quando se têm pontos ou objetos que não possuem identidade com as classes definidas, estes não serão classificados. Tal erro é denominado erro de omissão.
- 2) Quando pontos ou objetos de uma determinada classe são classificados como pertencentes a uma outra classe. Tal erro é denominado erro de comissão.

Com a finalidade de testar as áreas de treinamento, são criadas áreas testes que contêm no mínimo quatro vezes o número de pontos da área de treinamento.

O sistema calcula uma matriz de classificação tanto para as áreas testes como para as áreas de treinamento, a partir da análise das amostras que fornecem uma estimativa da separação entre as classes e dos erros prováveis de classificação.

Na forma não-supervisionada é utilizado o algoritmo de agregamento Média-K (Hartigan, 1975), cuja primeira fase de execução é do tipo determinístico e a segunda estatístico.

- *Algoritmo de classificação Média-K* - Segundo Dutra (1982), este algoritmo tem a finalidade de determinar relações naturais de dados que sejam similares a essas relações.

Divide-se a massa de dados em classes de uma maneira não-supervisionada, ou seja, sem interferência do usuário. O trabalho com o algoritmo de classificação Média-K tem seu início a partir da determinação de uma área de treinamento, que pode ser toda a imagem ou parte dela (área definida pelo cursor ou por tema). A esta área de treinamento é aplicado o programa ORDCEL que, segundo Dutra (1982), é executado para fazer a contagem e a ordenação em ordem decrescente da população de cada cela. Após a realização do programa ORDCEL, o algoritmo Média-K define as classes utilizando um algoritmo baseado na distância euclidiana entre as celas.

A classificação "pixel" a "pixel" da área teste será baseada no critério de máxima verossimilhança, em relação às classes definidas pelo algoritmo.

Ainda na parte de extração de informações temáticas, foi testado:

- *Algoritmo de Extração de Atributos Espaciais (SEDA TR)*, conjugado com o *Sistema Maxver* - Segundo Dutra (1982), este procedimento consiste na preparação da imagem original através de algoritmos de extração e seleção de atributos para a classificação.

Um atributo de imagem, que é uma propriedade que pode ser medida divide-se em:

- a) atributos naturais, que derivam da aparência visual da imagem, tais como nível de cinza, bordas e texturas.
- b) atributos artificiais, que são obtidos por manipulação e medidas na imagem, tais como o histograma e a frequência espacial (Dutra, 1982).

Segundo este autor, esse procedimento é importante na determinação da precisão da classificação, pois esta despreza o relacionamento espacial entre os pontos de uma mesma classe.

Em síntese, este programa cria doze novos canais a partir dos quatro canais originais do LANDSAT, dos quais são escolhidos os quatro melhores, que são obtidos através de filtros que fazem transformações da imagem utilizando propriedades locais.

São utilizados dois tipos de filtros:

- 1) MD5FIL, é um filtro 5 X 5 (matriz de pontos) para realce e amaciamento de bordas.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

2) VARIAHV, é um filtro 3 X 3 para extração de atributos de rugosidade.

2.2.7 - MAPAS GEOLÓGICOS E RELATÓRIOS FINAIS

O mapa geológico foi enquadrado na divisão das folhas topográficas do Estado de São Paulo, e consta as unidades mapeadas, definidas com os nomes propostos por Soares et alii (1980) para a região do sudoeste Paulista.

Do relatório final constam as fases da pesquisa e os resultados obtidos, efetuados através da integração de dados adquiridos no decorrer deste estudo.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

CAPÍTULO 3

GEOLOGIA

3.1 - GEOLOGIA REGIONAL

A área está localizada integralmente na Bacia Sedimentar do Paraná. Trata-se de uma bacia intracratônica, preenchida por sedimentos paleozóicos, mesozóicos, cenozóicos e lavas basálticas.

A área do projeto situa-se na parte oriental da Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando uma grande variação de unidades geológicas, em virtude da exposição em seu limite leste, a partir das "cuestas" arenítico-basálticas, das rochas paleozóicas e mesozóicas pré-magmatismo básico.

Os sedimentos desta bacia são característicos de diversos ambientes deposicionais, tendo sido afetados por um tectonismo principalmente do tipo falhamento em bloco, por movimentos de subsidência e soerguimento e por uma intensa atividade vulcânica do tipo "trapp", a qual constitui os derrames de basalto da Formação Serra Geral. (Northfleet et alii, 1969).

A coluna litoestratigráfica da Figura 3.1 mostra os diferentes tipos de rochas que ocorrem na Bacia do Paraná, no Estado de São Paulo.

No entanto, para definição dos objetivos deste trabalho, será enfocada a sequência mesozóica aflorante na região, cuja unidade estratigráfica predominante é o Grupo Bauru.

Para melhor caracterização estratigráfica deste Grupo, será discutida a Formação Serra Geral por constituir o embasamento de grande parte da Bacia Bauru; em segundo lugar serão vistas as Formações Botucatu e Pirambóia, por estarem localmente nas regiões Bauru-Agudos e Jacaré-Guaçu, em contato direto com os sedimentos Bauru, bem

como os sedimentos do Grupo Passa Dois que estão aflorantes na área mapeada, nas regiões Bauru-Agudos e Arinhembi.

CRONOLOGIA		LITOESTRATIGRAFIA					
ERA	PERÍODO	GRUPO	FORMAÇÃO	SÍMBOLO	ESTRATIGR	ESPE- CIA	CARACTERÍSTICAS
CENOCÓDIGO	QUATERNÁRIO			Q	100	50m	TALUS, ALUVIENS, ELUVIENS E AREIAS VUL. CONSOLIDADAS ALTERNÂNCIAS DE CASCALHO AREADO 1-46.
	TERCIÁRIO					50m	TERÍACOS ARENTOR VUL. VUL. TUDO, VARIAÇÃO DESSE CONJUNTO VERADO A LUTITOS COM ESTRAT. FLANCO PARA LIMA
		BAURU		K	100	100m	ARENITOS SILITOS, ARGILITOS, CASCOVADOS CONJ. SEM CIMENTO CALCÁRIO ESTRUTURA: MACICA, GRANULAR E ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE PEQUENO E MÉDIO PONTE, DE ORIGEM CONTINENTAL FLUVIAL
MESOZOÍCO	CRETÁCEO						
	SÃO BENTO	BERRA GERAL	K100		1500		DERRAMES
		BOTUCA TU	K1b		200		ARENITO FINO A MÉDIO HOMOGENEO DE CICRIM BÓLICA COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE PONTE MÉDIO E GRANDE, PERCENTAGEM DE FINOS < 10%.
		PIRAMIDÓN	T1P		400		ARENITOS ARGILOSOS COM PERCENTAGEM DE FINOS ENTRE 5% E 20% LÂMINAS DE ARGILA E SILTE PARTE INFERIOR COM MAIOR TEOR DE LAMA.
	JURÁSSICO						ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA E ESTRUTURA MACICA DE ORIGEM FLUVIO-LACUSTRE.
PALEOZOÍCO	FERMÃO						
	PASSA DOIS	CORUÍA-BATAÍ	Pc		150		ARENITOS CALCÁRIOS SILITOS E FOLHILHOS RÓSTROS E ARROXEADOS COM NÍVEL DE RÍPLEX E ESTRENT. FORTES AMPLIAC.
		IRATI	P1		30m		ROQUELHO PIRO BETUMINOSOS CALCÁRIOS DOLOMITOS SILITOS
	TUIAÍUO	TATUI			60m		SILITOS ARENOSOS DE COLORAÇÃO CINZA ESBRANQUIÇADA INFERIOR PASSANDO A VERMELHO TÍJOLO COM LAMINAÇÃO IRREGULAR.
		ITARANT	Poi		60m		ARENITO AMARELADO COM INTERCALAÇÕES DE SILITOS FOLHILHOS RÍTMICOS, DIAMICTITOS, ESTRUTURAS MACICAS GRANULOMÍTRICAS
	CABOERNÉTERO						ARENITO VERMELHO TÍJOLO, MACICO, C. A. BUNDUNH. MATRIZ ARGILA, ORNAMENTAÇÃO VARIÁVEL ESTRATIFICAÇÃO PLANAR E MACELA ESTRAT. CRUZADA LAMITOS DIAMICTITOS E RÍTMITOS.
PRO- TOL	PRÉ- CAMBRIANO						

Fig. 3.1 - Coluna litoestratigráfica da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo, baseado em Fiori (1977).

3.1.1 - GRUPO PASSA DOIS

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

O Grupo Passa Dois é constituído na parte inferior por sedimentos depositados em ambiente marinho-continental, ou seja, de água salobra (Fülfaro, 1971), enquanto na parte superior é constituído por sedimentos de origem fluvial.

Formação Corumbataí: constitui a parte superior deste Grupo nos Estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso, ocorrendo na área em estudo localmente, no alto do Anhembi e no Alto de Piratininga; esses sedimentos foram mapeados em função da sua pequena área de ocorrência, através de dados de literatura que foram comprovados em trabalhos de campo. É constituída por arenitos finos, siltitos e folhelhos róseos a arroxeados, sendo frequente a presença de níveis ou lentes de silex ou calcáreos oolíticos.

3.1.2 - GRUPO SÃO BENTO

O Grupo São Bento é constituído por sedimentos de origem flúvio-eólica na parte inferior, caracterizadas pelas Formações Botucatu e Pirambóia, e na parte superior pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral.

Formação Pirambóia: constitui a base da unidade e é formada por arenitos finos intercalados com camadas argilosas, depositados em ambiente fluvial.

Formação Botucatu: é constituída de sedimentos característicos de duas facies principais: uma subaquosa e outra eólica, constituídas basicamente de arenitos finos e médios, sendo frequente a presença de "sills" de diabásios dentro desta formação, pertencentes ao evento vulcânico.

Formação Serra Geral: é constituída pelos derrames basálticos de uma fase vulcânica intensa do tipo "trapp", que ocorreu durante o Jurássico Superior e Cretáceo Inferior na Bacia do Paraná.

As atividades eólicas persistiram mesmo durante o extravasamento do magma, o que fez com que entre os demais derrames sucessivos ocorressem, muitas vezes, camadas intertrapianas de arenito. As maiores acumulações basálticas encontram-se em direção NE-SW, próxima à calha do Rio Paraná; estas espessuras decrescem para leste e oeste, em direção ao embasamento cristalino.

O contato superior com a Formação Bauru é bastante irregular, devido a uma fase tectônica e erosiva pré-Bauru, e mostra grandes desniveis ou, às vezes, dá lugar a um contato direto com as formações mais antigas, como já definido para a região Agudos (SP) Suguió (1973).

3.1.3 - GRUPO BAURU

O Grupo Bauru compreende a sequência supra-basáltica, constituída de conglomerados, arenitos, argilitos e calcários de Idade Cretáceo Superior, ocupando a maior parte do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo.

Na região, o Grupo Bauru assenta discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, apresentando características líticas e sedimentares que indicam origem continental, ou como admitido por muitos autores, um ambiente fluvial e eólico.

O contato superior geralmente apresenta-se discordantemente recoberto por depósitos recentes, geralmente associados às vales dos principais rios.

3.1.4 - COBERTURAS CENOZOICAS

O critério mapeável para esta unidade no mapa geológico anexo corresponde basicamente a dois tipos de depósitos cenozoicos. O primeiro corresponde ao cenozoico de aluvião das principais drenagens, sendo portanto mapeável tanto na área do Planalto Ocidental como também na região do Reverso das Cuestas basálticas.

O segundo constitui os depósitos de elevação, que na área de domínio dos sedimentos arenosos do Grupo Bauru não foram mapeados, enquanto na área de domínio dos basaltos, ou seja, no reverso das Cuestas Basálticas, ocorrem como pequenas manchas isoladas, entre as principais drenagens; portanto, esses depósitos só foram mapeados quando em contato com os basaltos.

Caracterizando esses depósitos, têm-se os sedimentos da Serra de Itaqueri (Cottas e Barcelos, 1981).

RESULTADOS

4.1 - TRABALHOS PRÉVIOS

Os sedimentos do Grupo Bauru perfazem quase a totalidade da área em questão e foram definidos pela primeira vez por Gonzaga de Campos (1905) sob o nome de "Grês Bauru", por estar localizada na cida de Bauru no Estado de São Paulo. Vários autores descreveram estes sedimentos, destacando-se os trabalhos de Almeida e Barbosa (1953), Freitas (1955), Arid (1967), Suguio (1973), Mezzalira (1974), Landim e Soares (1976), Coimbra (1976), Suguio et alii (1977), Brandt Neto (1977), Amaral et alii (1979), Soares et alii (1979), Stein et alii (1979), Soa res et alii (1980), Suguio (1980), Almeida et alii (1980) e Almeida et alii (1981).

A Formação Bauru constitui um dos registros geológicos do Cretáceo Continental Brasileiro, constituído de conglomerados, arenitos argilosos, siltitos, argilitos e calcários (Suguio, 1973).

Devido à falta de homogeneidade dos termos litológicos desta formação, várias classificações estratigráficas foram propostas para este ciclo sedimentar (Figura 4.1).

Setzer (1948) (Suguio et alii, 1977) propôs a divisão da Formação Bauru em Bauru Inferior, caracterizado pela ausência de cimento carbonático, e Bauru Superior, identificado pela abundância deste cimento.

Almeida e Barbosa (1953) denominaram "Grupo Bauru" a estes sedimentos e, seguindo o mesmo critério da cimentação carbonática dos arenitos, propuseram à Unidade Inferior a denominação de Itaqueri, e à Superior de Marília caracterizada pela presença de carbonato, o que a diferencia do Inferior, não carbonática.

Fig. 4.1 - Correlação das classificações estratigráficas do Grupo Bauru.

FONTE: Almeida et alii (1981)

Freitas (1955) utilizou o nome "Série Bauru" em substituição a "Arenito Bauru" e admitiu para a unidade uma subdivisão em dois membros: o Inferior, denominado "Itaqueri", e o Superior, "Bauru". Os critérios para essa subdivisão já não se basearam simplesmente na presença ou ausência de material carbonático.

Freitas (1964) passou a chamar de Grupo Bauru a união das Formações Itaqueri e Bauru e, ao mesmo tempo, propôs o abandono da Formação Itaqueri, pois seus depósitos não têm expressão geográfica em área, não havendo necessidade em admitir a subdivisão em duas formações, fato este aceito por Arid (1967) em trabalhos na região de São José do Rio Preto.

Até os dias atuais, as proporções variáveis de cimento carbonático ou a substituição deste por cimentos ferruginosos ou silicosos são utilizados como critérios estratigráficos por diversos autores.

Soares e Landim (1975) (Suguió et alii, 1977) apresentam uma subdivisão do Arenito Bauru em cinco facies. A Bauru Inferior é constituída pelas seguintes: facies de arenito fino, facies de arenito argiloso e facies de arenito siltítico; a Bauru superior é formada pelas facies de arenito tufáceo e facies de calcário conglomerático. Neste caso, o Arenito Bauru deveria ser elevado à categoria do "Grupo Bauru", denominação aceita por Fúlfaro (1971).

Através de convênios com o Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) para mapeamento geológico (DAEE, 1974), subdividiu-se a Formação Bauru na região administrativa 6 (Ribeirão Preto), em Bauru Superior de composição carbonática e Bauru Inferior caracterizado pela ausência deste.

Suguió et alii (1977) subdividiram a Formação Bauru nas regiões administrativas 7, 8 e 9 do Estado de São Paulo, em três litofacies: Litofacies B1 (Araçatuba), Litofacies B2 (São José do Rio Preto)

e Litofacies B3 (Marília), nomenclatura essa das cidades em que estas litofacies acham-se mais caracterizadas.

Soares et alii (1979), propuseram para a Formação Bauru, nas regiões 10 e 11 (Presidente Prudente e Marília), a subdivisão em Facies Santo Anastácio, Facies Ubirajara, Facies Taciba e Facies Marília.

Até então, a classificação litoestratigráfica mais aceita era a Formação Bauru, dividida basicamente em Bauru Inferior, Médio e Superior, sofrendo pequenas variações quanto a autores para as diversas regiões administrativas do Estado de São Paulo.

As Facies Santo Anastacio, mapeada por Soares et alii (1979) na região 10 e 11, constitui parcialmente à Litofacie B1 (Araçatuba), mapeada por Suguio et alii (1977) nas regiões 7, 8 e 9; estes sedimentos não ocorrem na região 6.

A unidade denominada Facies Taciba (Soares et alii, 1979) corresponde à Litofacie B2 (São José do Rio Preto) na região 7, 8 e 9 e a Bauru Inferior na região 6.

Na região administrativa 6 (Ribeirão Preto), mapeada pelo DAEE (1974), a unidade denominada Bauru Inferior corresponde à Litofacie B3 (Marília), mapeada por Suguio et alii (1977), nas regiões 7, 8, 9, e a Facies Marília, mapeada por Soares et alii (1979), nas regiões 10 e 11.

Baseando nos mapeamentos já citados anteriormente, Soares et alii (1980) propõem que a Formação Bauru passe à categoria do Grupo Bauru, constituído pelas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

Quanto ao aspecto paleontológico, vários trabalhos veram sobre a ocorrência de fósseis no Grupo Bauru, devido ao seu rico

conteúdo fossilífero, principalmente constituído das ordens *crocodilia*, *dinosáuria*, *quelônia* e *moluscos* fósseis. Os primeiros relatos sobre fósseis devem-se a Von Huene, principalmente sobre o gênero *Titanosaurus*, que confere ao Grupo Bauru Idade Cretácea Superior.

As principais descrições de fósseis, principalmente em quelônios e répteis, devem-se a trabalhos de Roxo (1937), Price (1950 e 1953), Arid et alii (1962).

Com a intensificação dos trabalhos paleontológicos nessa formação, novas espécies foram descritas, como a presença de escamas de peixes, algas, (Petri, 1955), ou a presença de crustáceos, (Mezzalira, 1974).

4.2 - ÁREA GEOGRÁFICA, ESPESSURA E LITOLOGIA

O Grupo Bauru abrange uma área de cerca de 350.000 km², ocupa cerca da metade da área do Estado de São Paulo, estendendo-se para o extremo oeste do Estado de Minas Gerais, sul de Goiás, sul e leste de Mato Grosso e noroeste do Estado do Paraná. As espessuras desses sedimentos variam bastante em função da estrutura geológica e da morfologia. Nos vales dos principais rios, os sedimentos se adelgam até zero, aflorando o substrato basáltico.

Segundo Freitas (1955), as maiores espessuras do Grupo Bauru atingem 200 m; entretanto, na região Sudoeste do Estado, há espessuras de 300 m. Estas variações são devidas ao fato de a deposição ter ocorrido em bacias cujo fundo esteve em ativa subsidência.

Mas, segundo Arid (1973), estas variações na espessura devem-se a situações mais locais, em função de depressões estruturais do substrato basáltico.

Soares et alii (1980), a partir das maiores espessuras obtidas no domínio de cada Formação, propõem para toda a sequência Bauru a espessura de aproximadamente 620 m.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

Segundo Suguio (1973), o Grupo Bauru é constituído de conglomerados carbonáticos, arenitos tufáceos, arenitos argilosos, sil titos, argilitos e calcáreos impuros.

Segundo Arid (1973), em observações de furos de sonda gens na região de São José do Rio Preto, verificou-se em toda a sequência vertical uma superposição de termos clásticos de textura diferentes, conglomerado de seixos de argilitos na parte basal que passam de arenitos conglomeráticos grosseiros a arenitos finos e argilitos ao topo.

Esta ordem não é perfeitamente constante quanto aos termos texturais, estruturais, mas frequentemente verifica-se uma repetição de pequenos ciclos sedimentares que têm na base um conglomerado que passa de arenitos a argilitos para a superior.

Segundo Arid (1973), o cimento calcário mostra-se quase homogêneo nesta região, chegando a atingir 40% nos arenitos calcíferos.

Geralmente a presença de cimento carbonático nesta formação ocorre em diversos níveis, em proporções variáveis, chegando mesmo, em alguns casos, a faltar ou ceder seu lugar para cimentos ferruginosos e silicosos (Suguio et alii, 1977).

Quanto às ocorrências de calcários, estão restritas a duas regiões: uma em Ponte Alta (MG) e a outra em Agudos (SP).

4.3 - UNIDADES FOTOLITOLÓGICAS MAPEADAS

A identificação e delimitação das unidades fotolitológicas na área em estudo seguem o critério preestabelecido na Seção 2.2.2.

Inicialmente partiu-se para a identificação do padrão de drenagem, das estruturas, assim como das características fotolitológicas.

cas de cada unidade, podendo assim delimitar zonas com características semelhantes.

O objetivo do trabalho é a diferenciação das formações do Grupo Bauru no Estado de São Paulo, sendo delimitadas próximas às regiões de contato as unidades que ocorrem na parte basal, constituída pelas formações Serra Geral, Botucatu e Pirambóia.

O padrão de drenagem regional é superimposto, a partir do reverso das "cuestas", por uma área que se caracteriza estruturalmente como um grande monocinal cujas camadas inclinam-se levemente em direção ao eixo estrutural representado pela calha do Rio Paraná.

A drenagem principal é composta ao norte pelos rios Grande, São José dos Dourados, Turvo, Pardo e Tietê, e ao sul pelos rios Aguapeí, Peixe, Santo Anastácio e Paranapanema, que correm em direção ao Rio Paraná, direções estas W a NW, seguindo a estrutura regional.

Verifica-se, no entanto, que partes da drenagem secundária possuem direções NNE e NE, geralmente superimpostas às fraturas, o que corresponde a uma segunda direção principal de lineamentos.

De modo global, o padrão de drenagem é característico do tipo dendrítico a subdendrítico, com variações na densidade de drenagem de média a alta, em função das características diferentes de cada bacia hidrográfica. Estas bacias às vezes são bastante simétricas, com propriedades direcionais; outras vezes são meandrantes, possuindo seus interflúvios propriedades multidirecionais.

Os principais tipos de estruturas apresentados e suas características são descritos a seguir:

- *Faihas*: estas descrevem alinhamentos retilíneos ou suavemente curvos de grandes dimensões e são expressas nas imagens por linhas de tonalidade fotográfica escura, geralmente representada por segmentos retilíneos de rios.

- *Fraturas*: são geralmente representadas por pequenas anomalias de drenagem dos tributários. Estes rios orientam-se retilíneamente, sendo facilmente reconhecidos no canal 5 por uma tonalidade escura, em função da vegetação que ocorre nas suas margens. Quando os tributários fazem parte de uma feição linear de maior extensão, foram interpretados como um lineamento ou uma falha provável. No entanto, quando isolados e sem continuidade, esses lineamentos foram interpretados como fraturas.
- *Lineamentos*: foram traçados em maior número os lineamentos estruturais, que representam falhas ou fraturas não identificadas na fotointerpretação, ou correspondem a alinhamentos de relevo ou simplesmente de drenagem.

O Grupo Bauru apresenta-se na área como uma unidade geológico, às vezes de difícil subdivisão, devido: a sua quase-horizontaldade, ao fato de exibir profunda decomposição de suas rochas e, consequentemente, ao intenso uso do solo, dado pela suavidade de relevo.

Outras vezes as formações Bauru são perfeitamente caracterizadas em seu conjunto, pois possuem expressões geomorfológicas de vidas à diferença de constituição litológica.

A semi-horizontalidade das camadas e a pequena intensidade da tectônica pós-Bauru fazem com que os contatos entre as formações abedecem localmente a determinadas altitudes, o que ajuda a sua delimitação. Muitas vezes o limite entre essas formações torna-se difícil, pois os contatos representam uma zona de transição entre dois conjuntos litológicos.

Serão descritos para cada unidade fotolitológica os mais importantes elementos de reconhecimento, podendo-se assim delimitá-las e correlacioná-las às unidades geológicas formalizadas na literatura, o que tornará possível solucionar problemas surgidos na fotointerpretação, impostos principalmente pela escala dos produtos dos sensores.

As unidades fotogeológicas identificadas estão descritas a seguir:

- Formações Botucatu e Pirambóia:

Estas formações ocupam posição estratigráfica inferior e são delimitadas em pequenas manchas dentro do Planalto Ocidental em duas regiões: Bauru-Agudos e nas proximidades dos rios Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçú; são também delimitadas em estreita faixa das "cuestas" arenítico-basálticas, delimitando a área a leste.

A área do Planalto é caracterizada por texturas de relevo baixas, tonalidades claras para ambos os canais e densidade de drenagem baixa. Nas escarpas da cuesta estas formações são delimitadas no canal 7 por apresentarem tonalidades mais claras que os basaltos; no canal 5 toda a escarpa é representada por tonalidades escuras, devido à maior densidade de vegetação.

Nas áreas onde estas formações se estendem para fora da escarpa, observam-se tonalidades claras, baixa densidade de drenagem, relevo moderado e uso do solo principalmente para pecuária.

- Formação Serra Geral:

A ocorrência de basaltos está restrita a oeste aos vales dos principais rios e parte dos seus afluentes. Estes basaltos são caracterizados por tonalidades escuras nos canais 7 e 5; constituem vales fechados, retilíneos, baixa densidade de drenagem secundária; e apresentam intenso uso agrícola.

A leste afloram basaltos em extensas áreas, caracterizados por textura de relevo lisa, densidade de drenagem baixa a média, tonalidades cinza-escuro no canal 5; no canal 7 constituem um mosaico de tons que variam de cinza a preto.

Os rios desta área mantêm as mesmas características já descritas para a parte oeste, variando os padrões de drenagem subden dríticos, às vezes subparalelos.

O contato com a Formação Botucatu é marcado por fortes escarpas que são diferenciadas por tons escuros no canal 7.

- Grupo Bauru:

O Grupo Bauru domina toda a região oeste, sendo caracterizado por quatro unidades fotolitológicas que correspondem às Formações propostas por Soares et alii (1980).

- Formação Cajuá:

Esta formação tem sua área de ocorrência restrita à região do Pontal do Paranapanema, na qual é difícil sua distinção com a Formação Santo Anastácio, em virtude de os contatos entre os arenitos serem geralmente transicionais e de uma espessa cobertura.

Com os basaltos fica evidenciada uma pequena quebra mantida nos vales das principais drenagens.

Esta unidade caracteriza-se por uma textura lisa, com tonalidade cinza-médio no canal 7, em função dos arenitos terem alta contribuição de óxido de ferro, elemento este que apresenta forte absorção neste canal. No canal 5 apresenta cores cinza-claro (o que caracteriza intenso uso do solo para atividades pecuárias), densidade de drenagem baixa, rios retilíneos, em função provavelmente da influência de estruturas do basalto, geralmente muito pobre em drenagem sedundária.

- Formação Santo Anastácio:

Predomina na região do Pontal do Paranapanema, dominando os vales dos principais rios a noroeste do Estado. Apresenta uma

textura de relevo lisa em relação à Formação Caiuá e tonalidades mais claras no canal 7 e mais escuras no canal 5, densidade de drenagem média a baixa, rios longos, com maior número de drenagem secundária. O relevo apresenta-se um pouco mais acidentado, sendo característica no contato com a Formação anterior uma quebra erosiva bem visível somente nas cabeceiras das drenagens, principalmente do rio Anhumas (Figura 4.2).



Fig. 4.2 - Canal 7 de imagens MSS/LANDSAT da região do Pontal do Paranapanema, na escala 1:400.000.

Divisão fotolitológica da Formação Caiuá (Kc) e Formação Santo Anastácio (Ksa). A Formação Caiuá apresenta textura de relevo mais lisa e tons de cinza médio dominando as partes baias das drenagens. A Formação Santo Anastácio, nas regiões mais características, apresenta textura de relevo média e tons claros que gradam para tons mais escuros em direção ao contato entre ambas as formações, o que dificulta às vezes a sua separação.

- Formação Adamantina:

Esta formação ocorre nos espiões divisores das principais drenagens a oeste, passando a zona central da área a uma ocorrência contínua.

Caracteriza-se por uma textura de relevo rugosa que evidencia uma topografia mais acidentada, vales profundos e fechados, densidade de drenagem alta, e apresenta tonalidades cinza-claro homogênea para toda a área no canal 7. Apresenta tonalidade cinza-escuro no canal 5, ao longo dos vales dos rios, o que indica uma vegetação natural, e tons claros nas áreas mais planas, entre os divisores, o qual indica um intenso uso do solo para atividades agrícolas. O padrão de drenagem predominante é dendrítico (Figura 4.3).

- Formação Marília:

A Formação Marília é bem característica em função do relevo escarpado; apresenta no canal 5 tonalidades cinza-escuro, com poucas manchas de tons claros, em função do restrito uso do solo geralmente próximo aos grandes centros. No canal 7 apresenta tonalidades claras e densidade de drenagem baixa a média, com vales profundos e fechados sob os platôs, e uma drenagem encaixada nas encostas (Figura 4.4).

A seguir encontram-se representadas as principais características utilizadas na diferenciação e delimitação das unidades fotolíticas do Grupo Bauru (Tabela 4.1).

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY



Fig. 4.3 - Canal 7 de imagens MSS/LANDSAT da região do rio Aguapeí, na escala 1:400.000.

Divisão fotolitológica da Formação Santo Anastácio (Ksa) e Formação Adamantina (Ka). A Formação Santo Anastácio caracteriza-se pela textura de relevo lisa e tons médios de cinza, e a Formação Adamantina pela textura de relevo rugosa e tons claros. Verifica-se a ocorrência de pequenos pontos claros com as mesmas feições da Formação Adamantina dentro dos limites da Formação Santo Anastácio, os quais não são mapeados nesta escala de trabalho.

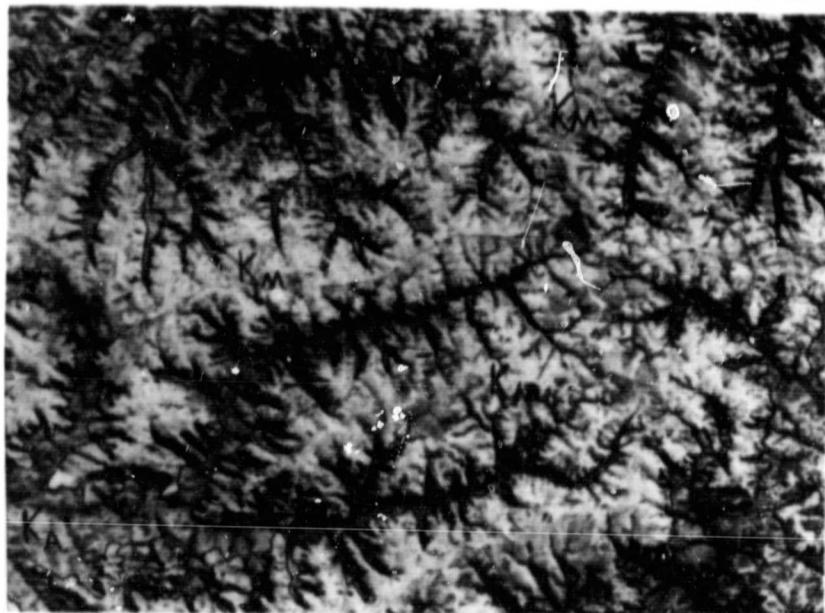


Fig. 4.4 - Canal 7 de imagens MSS/LANDSAT da região do Planalto de Marília, na escala 1:400.000.

Divisão fotolitológica da Formação Adamantina (Ka) e Formação Marília (Km). A Formação Marília é bem evidenciada pelos tons claros e pelas escarpas que a delimitam, enquanto a Formação Adamantina apresenta tons mais escuros, que dominam a base entre as escarpas.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

TABELA 4.1

CARACTERÍSTICAS FOTOLITOLÓGICAS DAS UNIDADES DO GRUPO BAURU

UNIDADES FOTOLITOLÓGICAS	CAIUÁ		SANTO ANASTÁCIO		ADAMANTINA		MARTÍLIA	
CANAIS PARAMETROS	C5	C7	C5	C7	C5	C7	C5	C7
Densidade de textura de relevo	LISA		MEDIAMENTE RUGOSA		RUGOSA		LISA	
Densidade de textura de drenagem	BAIXA		MÉDIA		ALTA		MÉDIA	
Quebra de relevo	NÃO-DEFINIDA		NÃO-DEFINIDA		MAL-DEFINIDA		DEFINIDA	
Uso de solo	INTENSO		INTENSO		INTENSO		MEDIANO	
Tonalidades de cinza	clara	média	média	clara	escura	clara	escura	clara

- Cobertura Cenozóica

As coberturas cenozóicas, quando constituem os depósitos aluvionares, ficam restritas à calha dos principais rios e caracterizam-se por um relevo plano com tonalidades escuras no canal 5 e principalmente no canal 7.

As coberturas de espigões são de difícil caracterização sob os arenitos do Grupo Bauru, e a sua presença é às vezes mais accentuada por uma textura lisa na área de ocorrência da Formação Adamantina.

Estas coberturas foram mapeadas quando ocorreram sobre os basaltos, constituindo manchas de textura lisa e tonalidades claras nos canais 5 e 7. Às vezes estas manchas apresentam cores escuras no canal 7, em virtude da grande distribuição de elementos dos basaltos.

Verifica-se um intenso uso de solo para a agricultura e o padrão de drenagem é geralmente superimposto pela estruturação dos basaltos.

4.4 - ESTRATIGRAFIA DO GRUPO BAURU

4.4.1 - FORMAÇÃO CAIUÁ

As principais referências a estes sedimentos devem-se a Baker (1923), que as considerou de origem deltaica e de idade Terciária, confinados à calha do Rio Paraná.

Entretanto, foi Washburne (1930) que denominou estes sedimentos de Caiuá, interpretando-os como constituídos por arenitos eólicos e com posição estratigráfica pós-basáltica e pré-Bauru, portanto, de idade Cretácea.

A partir de então a Formação Caiuá tem sido estudada por um grande número de pesquisadores, criando-se uma intensa discussão a respeito de seu ambiente de deposição eólico ou fluvial e de sua posição estratigráfica, de idade Cenozóica pós-Bauru, ou de idade Cretácea pré-Bauru.

Inicialmente vários autores defendiam a hipótese de Baker (1923), como Freitas (1955), Bósio e Landim (1969), Landim e Fúlfaro (1971), através de estudos sedimentológicos preliminares, comparando estes sedimentos com arenitos Neocenozóicos, principalmente da Formação Rio Claro. A partir de trabalhos mais detalhados, Landim e Soares (1976) propõem para esta formação ambiente fluvial com posição estratigráfica pré-Bauru.

Outros trabalhos vieram entretanto confirmar definitivamente a sua posição estratigráfica, como o proposto por Washburne (1930); contudo ainda há discussões a respeito do ambiente de deposição.

A partir da posição estratigráfica definida, Soares et alii (1980) propõem que esta formação seja incluída no Grupo Bauru, pela sua similaridade litológica com as rochas que a sucedem, excluindo portanto a Formação Caiuá do Grupo São Bento (Schneider et alii, 1974).

A Formação Caiuá é constituída de arenitos quartzosos finos a médios, pouca matriz, grãos bem arredondados, mais pronunciados na granulometria média, estratificação cruzada de médio a grande porte, constituída por lâminas paralelas, com predominâncias granulométricas de areia média a muito fina e areia fina.

Os grãos apresentam-se envolvidos por uma película de óxido de ferro ou limonita, devido provavelmente à decomposição de minerais pesados, de contribuição dos basaltos da Formação Serra Geral.

A matriz argilosa é rara, não sendo identificada na região em que afloram estes sedimentos, leitos ou lentes argilosas (Figura 4.5).

A máxima espessura desta formação no Estado de São Paulo atinge 200 m na região do Pontal do Paranapanema (Morro do Diabo), segundo Soares et alii (1979), atingindo espessuras maiores que 250 m no Estado do Paraná.

No Estado de São Paulo, as áreas em que afloram estes sedimentos compreendem a região do Pontal do Paranapanema. Dominam as margens do vale do Rio Paraná até a região de Presidente Epitácio, e o vale do Rio Paranapanema a jazante de Itororó do Paranapanema e nas margens de seus afluentes, ocupando sempre as menores altitudes.

Sob outras unidades, o Grupo Bauru tem sido caracterizado em perfurações a oeste de Pirapozinho e ao sul de Panorama (Soares et alii, 1979).



Fig. 4.5 - Arenitos da Formação Caiuá na base do Morro do Diabo - Rodovia Teodoro Sampaio a Rosana.

Arenitos de coloração bege que apresentam estratificação cruzada de grande porte, formada por diferenças granulométricas dos estratos.

O contato basal da Formação Caiuá é caracterizado por uma discordância erosiva com os basaltos da Formação Serra Geral. Tem sido admitido um ciclo erosivo entre ambas as formações (Soares et alii, 1980), em função da presença de solo fóssil e da inexistência de brecha de topo de derrame, o que evidencia um hiato com erosão e formação do solo. Portanto esses arenitos não estariam associados ao ambiente de deposição da Formação Botucatu.

Quanto ao ambiente de deposição, verifica-se até os dias atuais que as discussões a esse respeito encontram-se em aberto. Entretanto, ainda não se chegou a um consenso no meio científico, admitindo-se um modelo deposicional aquoso (Baker, 1923; Bôsio e Landim, 1971; Landim e Fúlfaro, 1971; Suguio, 1980) ambiente eólico (Washburne, 1930;

Soares et alii, 1980), ambiente misto (Almeida et alii, 1980; Almeida et alii, 1981; Riccomini et alii, 1981).

Segundo Landim e Fúlfaro (1971), a Formação Caiuá teria a sua origem no represamento do Rio Paraná. Consecutivamente deu-se o assoreamento a montante desta represa, que ter-se-ia formado por origem tectônica, na região de Sete Quedas e Guaíra.

Suguio (1980) apresentou considerações paleoambientais neste sentido, caracterizando a deposição acumulada num embaciamento na região do Pontal do Paranapanema em virtude da formação de um grande peleolago que se formou devido à alteração do nível base do Rio Paraná. Deu-se o assoreamento de uma superfície basáltica profundamente regular, registro de manifestações tectônicas pré-Bauru.

O modelo deposicional é flúvio-deltaico, constituído por rios com direções predominantes leste-oeste para este ambiente lacustre. O clima de aridez que prevaleceu durante a sequência pré-basáltica ainda se fazia sentir na deposição destes sedimentos, em função principalmente de ausência de sedimentos carbonosos, frequentes em ambiente lacustres.

Os registros que melhor caracterizam esse ambiente sub-aquoso é bem evidenciado a noroeste do Estado do Paraná, por constituir o centro deposicional desta formação, fato esse comprovado pelo aumento da espessura neste pacote sedimentar em direção a este do Estado, favorecendo a formação de depósitos centrais. Estes registros não são tão bem característicos e evidenciados em direção à borda dessa baía, na região do Estado de São Paulo.

A região do extremo sudoeste do Estado de São Paulo, área de ocorrência dessa unidade, é caracterizada por um relevo intensamente aplinado, o que dificulta a presença em número e de bons afloramentos; as ocorrências que melhor definem este ambiente fluvial encontram-se nos barrancos da margem esquerda do Rio Paraná, na região de Porto

Presidente Epitácio (SP). Jás as ocorrências vistas na base do Morro do Diabo caracterizam-se por uma homogeneidade textural, ausência de matriz, arredondamento dos grãos, estratificação cruzada de grande porte, constituída por corpos de arenitos muito finos e médios e arenitos finos; o que sugere uma deposição eólica. Em função das características acima descritas, admite-se um ambiente misto, predominantemente fluvial, que nos tempos finais de sedimentação provavelmente passe a condições eólicas, ou simplesmente a depósitos constituídos pelo retrabalhamento do vento dos sedimentos em áreas marginais da Bacia Caiuá; o que não se pode é excluir a possibilidade desses depósitos.

Mesmo o clima admitido para a época de deposição da Formação Caiuá é considerado desértico (Suguio, 1980), árido (Salamuni et alii, 1981), o que favorece a formação desses depósitos.

Em quaisquer dos ambientes deposicionais, é marcante nesses sedimentos a contribuição psamítica das mesmas áreas fontes que constituíram a Formação Botucatu, ou mesmo do retrabalhamento desta, com contribuição secundária de produtos de alteração dos basaltos da Formação Serra Geral.

Há dúvida quanto à idade dessa Formação em virtude da falta de fósseis ou mesmo do hiato de tempo envolvido entre o último derrame e o início da deposição Caiuá.

No entanto deve-se admitir uma idade do final do Cretáceo Inferior, data do último derrame da Formação Serra Geral.

4.4.2 - FORMAÇÃO SANTO ANASTÁCIO

O nome Santo Anastácio foi utilizado inicialmente por Landim e Soares (1976) como facies de arenitos finos, situados na porção inferior da Formação Bauru; este nome foi dado em virtude de as melhores exposições serem encontradas no vale do Rio Santo Anastácio, na região do Pontal do Paranapanema (Figura 4.6).



Fig. 4.6 - Relevo constituído pelas Formações Santo Anastácio e Caiuá na região do Pontal do Paranapanema.

Esses sedimentos foram classificados como "membro" (Lan dim e Soares, 1976), "facies" (Soares et alii, 1979) e "Formação" Santo Anastácio (Stein et alii, 1979), mas com posição estratigráfica pré-Bauru. Soares et alii (1980) propõem a inclusão desta Formação no Grupo Bauru.

Ao norte do rio Tietê, estes sedimentos estão mapeados como Litofacies B1 (Araçatuba), incluídos na parte inferior como arenitos vermelhos de granulação fina.

A Formação Santo Anastácio é constituída de arenitos de granulação fina a média, com pouca matriz, ocorrendo uma variação textural em relação à maior ou menor quantidade da fração média, que aumenta em direção ao sudoeste do Estado.

Os grãos de tamanho médio apresentam-se arredondados e os finos, subarredondados; normalmente apresentam-se cobertos por uma película ferruginosa que lhes dá uma cor de vermelho-escura a arroxeadada.

Localmente a Formação Santo Anastácio apresenta cimento carbonático ou mesmo nódulos, mas é frequente a presença de orifícios atribuídos à dissolução destes nódulos, que constituem figuras irregulares de coloração clara em função da dissolução destes.

Os arenitos apresentam-se em corpos tabulares, predominantemente maciços, com espessuras de 1 a 5 m, podendo apresentar pequenas estratificações plano-paralelas e cruzadas de baixo ângulo.

As vezes nota-se uma variação granulométrica nestes bancos, de arenitos finos, médios a finos, até atingirem pequenos leitos de espessuras não maiores que 15 cm, predominando a fração média, com características idênticas às da Formação Caiuá, caracterizando um interdigitaramento das duas formações.

Entre os bancos areníticos, é frequente a presença de corpos lenticulares de lamitos arenosos de coloração marrom, com espessuras inferiores a 1 m.

As maiores espessuras desta formação são da ordem de 80 m no vale do rio Santo Anastácio. Estes sedimentos afloram nas partes de relevo mais baixas da região do Pontal do Paranapanema e nos vales dos principais rios.

A Formação Santo Anastácio aflora em uma estreita faixa a montante da Represa de Capivara, no vale do Rio Paranapanema, torna-se mais larga em direção do Pontal, contorna esta região e aflora em uma faixa contínua, paralela ao Rio Paraná até a região Populínia, no extremo noroeste do Estado.

Preenche também os vales dos principais afluentes do rio Paraná, como os rios Santo Anastácio, Peixe, Aguapeí, Tietê e São José dos Dourados; ocupa toda a parte média do seu curso, adelgaça sobre os basaltos destas drenagens ou passa à subsuperfície da área de domínio da Formação Adamantina, caracterizada por um relevo mais acidentado.

Em subsuperfícies os limites desta formação encontram-se a este e ao norte de Pirapozinho e a este de São José do Rio Preto (Soares et alii, 1980).

Fora dos limites do Estado de São Paulo, é encontrado a noroeste do Estado do Paraná e a leste de Mato Grosso do Sul.

A Formação Santo Anastácio está em contato basal com a Formação Caiuá na área de domínio desta formação, adelgacando-se para às bordas da bacia Caiuá sobre os basaltos da Formação Serra Geral.

Na base predomina o contato gradacional, verificado através de uma transição textural entre os arenitos da Formação Caiuá, a qual apresenta graniulometria média dominante, bem arredondada, recoberta por arenitos similares, mas com aumento da fração fina e da matriz, mantendo características cíclicas de deposição de depósitos areníticos e arenoso-lamíticos.

Esta Formação foi verificada em duas regiões: nas cabeceiras do Rio Pirapozinho e nas proximidades do Planalto do Sul, cujo contato é caracterizado por uma quebra brusca com a Formação Caiuá, com desnível de até 10 m.

Com a Formação Serra Geral, o contato é discordante e erosivo e domina todo o leste da área, sendo marcado às vezes por uma pequena quebra no relevo, onde a erosão atinge os basaltos nos vales dos principais rios.

A alternância cíclica das litologias com predominância psamítica e as estruturas de pequeno porte sugerem que a deposição deu-se num ambiente fluvial de baixa energia, deposição esta dominante em canais meandrantes com pequena profundidade com depósitos de planícies de transbordamento arenosas, o que indica um suprimento constante de areias da área fonte.

A presença de corpos com predominância lamítica indica diminuição na energia de transporte, ou variações na área fonte.

Soares et alii (1980) sugerem para esta formação um ambiente fluvial que passa a fluvial meandrante anastomosado predominantemente psamítico.

A área fonte destes sedimentos origina-se do retrabalhamento da Formação Caiuá, juntamente com a contribuição das mesmas áreas fontes que originaram a Formação Caiuá, e secundariamente da erosão dos basaltos.

Quanto à idade desta formação, não há uma informação direta em virtude da ausência de fósseis, sendo-lhe atribuídas idades do final do Cretáceo Inferior ao início do Cretáceo Superior (Soares et alii, 1980).

4.4.3 - FORMAÇÃO ADAMANTINA

Esta é a unidade de maior distribuição entre as formações do Grupo Bauru, sujeita a certas variações regionais, o que determinou várias subdivisões em facies ou litofacies, em virtude de sua grande área de ocorrência e da diversificação de pesquisadores que nela trabalharam.

A denominação Formação Adamantina foi proposta inicialmente por Soares et alii (1980) para o sudeste do Estado de São Paulo, sendo caracterizada por duas litofacies; Taciba e Ubirajara.

A litofacies Ubirajara, corresponde à parte superior da litofacies B1 (Araçatuba), proposta por Suguio et alii (1977) para região Norte Ocidental do Estado.

A litofacies Taciba é equivalente à litofacies B2 propos ta por Suguio et alii (1977), constituída por arenitos finos intercalados com lamitos arenosos que predominam no sudoeste e no norte, nas re giões mais elevadas sobre a litofacies Araçatuba. Almeida et alii (1980) subdividem a Formação Adamantina em 5 unidades de mapeamento denominadas Ka₁ a Kay; a unidade Ka₁ predomina na região sul da bacia de depo sição Bauru, gradando para norte desta até Kay, em virtude da predominância granulométrica, lamítica, bem como da presença de cimentos e nódulos carbonáticos que caracterizam a unidade Kay.

Não é de interesse neste trabalho a subdivisão desta for mação em virtude da variação cíclica textural desta sequência, bem co mo das pequenas variações faciológicas predominantes em determinadas regiões, o que torna a definição dos seus limites nesta escala imprecisa ou mesmo não distingüivel. São definidas neste trabalho simplesmen te áreas de predominância dos sedimentos psaníticos ou pelíticos.

A Formação Adamantina é caracterizada por alternâncias cíclicas de bancos de arenitos de coloração rósea a bege, de granula ção fina a muito fina; a parte média é pouco predominante e às vezes apresenta grãos médios bem arredondados, esparsos, de características semelhantes às das formações anteriores, mas sem se apresentarem enco bertos pela película ferralítica e pela presença de pouca matriz (Figu ra 4.7).

Estes bancos têm espessuras que variam de 1 a 10 m, es tratificações de porte médio e plano-paralela, e estrutura maciça.

Os bancos com predominância argilosa, caracterizados por lamitos, siltitos e arenitos argilosos, apresentam cores marrom-clara a vermelho-clara, mas ocorrem também em cores cinza-escuro a esverdeado, apresentando estruturas maciças e plano-paralelas.

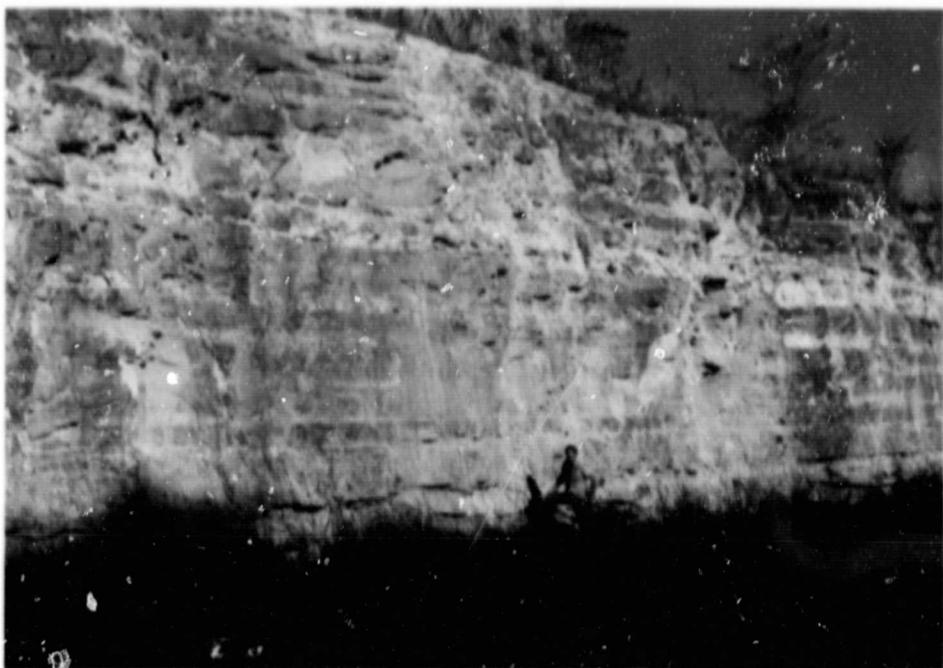


Fig. 4.7 - Arenitos da Formação Adamantina - Rodovia SP-463, próxima ao trevo de Jales.

Arenitos finos de coloração bege, característicos da sequência arenosa que predomina ao norte do rio Tietê.

Estes bancos possuem espessuras geralmente menores que 1 m, alternando com os bancos areníticos; às vezes estas camadas argilosas apresentam espessura até 5 m, com lentes centimétricas de arenito (Figura 4.8).

Nota-se também a presença de cimento e nódulos carbonáticos; na parte inferior a Formação Adamantina apresenta arenitos calcíferos e localmente há orifícios atribuídos à dissolução dos nódulos; no topo há frequência maior de leitos concretionais entre os diferentes bancos clásticos.

As maiores espessuras desta sequência ocorrem nos espiões entre os principais rios na faixa oeste, reduzindo sua espessura a leste, já no domínio das "Cuestas Basálticas" onde afloram os basaltos da Formação Serra Geral.



Fig. 4.8 - Siltitos intercalados com níveis de arenitos argilosos da Formação Adamantina - Rodovia Birigui à Buritana (SP-461).

Sequências Lamíticas que predominam nesta formação ao sul do rio Tietê.

O contato basal desta formação em toda a faixa oeste do Planalto Ocidental é com a Formação Santo Anastácio, sendo verificada uma passagem transicional quando a base da Formação Adamantina tem predominância mais arenítica fina, gradando para arenitos médios a finos da formação anterior.

No entanto, o que se verificou foram contatos bruscos entre os termos litológicos bem evidenciados pelas cores características de cada formação. Neste caso notam-se bancos de composição lamítica de coloração bege, assentados sobre arenitos finos a médios, geralmente inacícios e de coloração avermelhada a arroxeadas, cujo contato é bem visível na rodovia SP-463, no vale do rio São José dos Dourados (Figura 4.9).

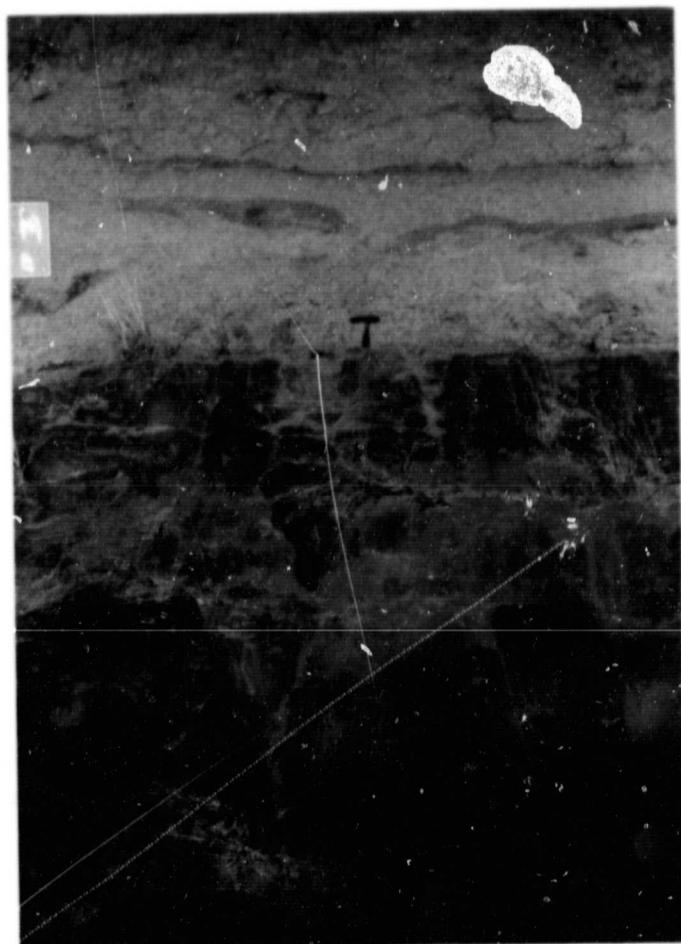


Fig. 4.9 - Contato brusco entre as Formações Santo Anastácio e Adamantina - Rodovia SP-463, vale do rio São José dos Dourados.

Contato bem evidenciado pelas Formações Santo Anastácio, de coloração avermelhada e granulometria média a fina, e Adamantina, de cor bege e granulometria fina.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

Na parte leste, o contato se faz de forma discordante com os basaltos da Formação Serra Geral. Verifica-se ainda localmente nas regiões próximas dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira um contato discordante com as formações pré-basálticas da Formação Botucatu, em virtude da omissão dos basaltos causada por um tectonismo pré-Bauru, juntamente com uma fase erosiva.

Em função das características cíclicas dos seus depósitos, Soares et alii (1980) atribuíram a deposição a um extenso sistema fluvial meandrante, com depósitos de canal e transbordamento dominante mente pelíticos ao sul, gradando para psamíticos a leste e ao norte, havendo nestas regiões transição para anastomosado.

Estes sedimentos originaram-se da alteração de rochas básicas, ultrabásicas e alcalinas que afetaram o Triângulo Mineiro, do retrabalhamento dos sedimentos peleomesozóicos da Bacia do Paraná e das rochas básicas da Formação Serra Geral (Coimbra, 1976).

Huene em 1939 (Mezzalira, 1974) atribuiu a esta formação idade Cretáceo Superior, com base na correlação do seu conteúdo fossilífero, com fósseis similares aos da Patagônia.

Por comparação com a evolução da Bacia de Santos e devendo à contemporaneidade dos sedimentos com as rochas alcalinas da região do Triângulo Mineiro, Landim e Soares (1976) atribuíram idade Cretáceo Médio à Formação Adamantina, idade esta coerente com a dos fósseis, pois estes encontram-se no topo desta unidade.

4.4.4 - FORMAÇÃO MARÍLIA

A denominação Marília foi utilizada por Almeida e Barboza (1953) para designar a parte Superior do Grupo Bauru, com cimentação carbonática reconhecida nos planaltos de Marília e Garça. A parte inferior, de características litológicas semelhantes, sem cimentação carbonática, denominou-se Formação Itaqueri, localizada na Serra de Itaqueri e São Carlos.

Esta divisão foi considerada inadequada em virtude de seus depósitos não apresentarem expressão para todo o Grupo Bauru; entretanto a denominação Marília foi aceita para a caracterização desses sedimentos ricos em cimento carbonático.

O termo Itaqueri ainda é considerado por Soares et alii (1980) como litofacies Itaqueri, que corresponde a arenitos grosseiros conglomeráticos, os quais apresentam às vezes cimento silicoso para as regiões de Itaqueri, São Carlos e Matão.

Cottas e Barcelos (1981), em trabalhos na região de Itaqueri, propõem que esta litofacies seja excluída do Grupo Bauru, e que estes sedimentos sejam considerados de Idade Cenozóica, em virtude de os sedimentos silicificados da região serem partes da Formação Botucatu e Pirambóia e de seus mantos de alteração superficial, ou mesmo de constituírem sedimentos do retrabalhados destas formações que sofreram tal processo. Propõem ainda que sob os derrames basálticos não ocorrem depósitos Cretáceos Bauru.

A Formação Marília é composta de arenitos grosseiros conglomeráticos, com grãos angulosos, matriz variável, seleção pobre, ocorre em bancos com espessuras de 1 a 2 m, predominantemente maciços ou com acamamento incipiente, subparalelo e descontínuo, de cores bege a esbranquiçado.

Encontram-se raramente intercaladas camadas descontínuas de lamito vermelho, sendo frequente em ambas as camadas a presença de cimento e nódulos carbonáticos, dispersos ou concentrados em níveis (Figura 4.10).

Esta formação tem ocorrência restrita à região leste da área, sendo bem evidenciada em duas áreas principais, em virtude das escarpas com desniveis de mais de 100 m que sustentam no topo uma superfície aplainada, que constitui o Planalto de Marília ao sul e o Planalto de Monte Alto ao norte.



Fig. 4.10 - Arenitos da Formação Marília - Rodovia Marília a Assis (SP-333).

Arenitos de coloração esbranquiçada, intercalados com camadas de lamitos avermelhados. Ambas as litologias apresentam cimento carbonático, sendo frequente a presença de nódulos carbonáticos, dispersos ou concentrados em níveis, geralmente na intercalação das duas diferentes litologias.

O Planalto de Marília é constituído por dois espiões: um, denominado Planalto Echaporã, entre os rios do Peixe e Paranapanema, com espessuras de 110 m; e outro, denominado Planalto de Marília-Garça, entre os rios do Peixe e Aguapeí, com espessuras de 180 m, o que indica uma redução de espessura de norte a sul. (Figura 4.11).

O Planalto de Monte Alto é constituído por duas serras principais: Matão-Catanduva e Monte Alto-Bebedouro, ambas com espessuras máximas de 150 m.



Fig. 4.11 - Relevo constituído pelas Formações Adamantina e Marília.

Relevo accidentado, constituído pelas escarpas da Formação Marília em função dos arenitos carbonáticos. Entre as escarpas, a Formação Adamantina apresenta-se com um relevo bem mais suavizado.

As áreas consideradas como pertencentes a Litofacies Itaqueri da Formação Bauru foram interpretadas na região de Franca como Formação Adamantina, e as ocorrências das Serras de Itaqueri e São Carlos como cobertura cenozóica.

A Formação Marília está predominantemente em contato com a Formação Adamantina; o Planalto de Marília é um contato discordante erosivo, em virtude da ocorrência de conglomerados basais. Já na região Norte, o contato é interdigitado em função de corpos areníticos calcíferos conglomeráticos, que desaparecem dentro da Formação Adamantina (Soares et alii, 1980).

Com os basaltos da Formação Serra Geral, o contato é por discordância erosiva. Ocorre ainda localmente sobre estruturas dômicas pré-Bauru um contato caracterizado por discordância angular, o qual pode acentuar sobre a Formação Botucatu ou Pirambóia, na região de Bauru-Agudos.

A sedimentação desta formação desenvolveu-se em um embaciamento restrito, que caracteriza um ambiente em que se deu uma progressiva diminuição da fase úmida e a instalação de um ciclo semi-árido; a energia presente tornou-se mais alta, podendo gerar depósitos em regimes torrenciais, característicos de leques aluviais e pavimentos detriticos com cimentação carbonática do tipo "caliche" (Suguiio et alii, 1977).

Segundo Coimbra (1976), estes sedimentos originaram-se da erosão de rochas metamórficas do retrabalhamento de sedimentos paleo-mesozóicos e de rochas básicas da Formação Serra Geral.

A Formação Marília atribui-se Itade Cretáceo Superior em virtude de sua parte basal apresentar uma associação faunística similar à da Formação Adamantina.

4.5 - PROCESSAMENTO AUTOMÁTICO NO ANALISADOR I-100

No presente trabalho foram submetidas áreas testes ao tratamento automático através do Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais IMAGE-100 (I-100), com a finalidade de testar e estudar as potencialidades deste sistema em áreas sedimentares do Grupo Bauru, na caracterização de suas Formações e especificamente no estudo direcionado em áreas que apresentassem maiores dificuldades na interpretação visual das imagens fotográficas em branco e preto.

Inicialmente utilizou-se a imagem 206-27, com a finalidade de melhor caracterizar a separabilidade das Formações Marília e Adamantina. Cabe aqui ressaltar que, nessa região escolhida do Planalto

de Marília, o contato ou a delimitação de ambas as formações é bem nítido nas imagens fotográficas, principalmente em virtude das escarpas abruptas que constituem a Formação Marília e das diferenças de tonalidade entre ambas as formações.

A área principal desses estudos concentrou-se basicamente na imagem 220-27, constituída por duas áreas bem distintas. A parte norte caracteriza-se principalmente pela ocorrência das Formações Santo Anastácio e Adamantina, bem caracterizada na interpretação visual; a parte sul, concentra-se principalmente na região do Pontal do Paranapanema. Esta área apresentou os maiores problemas para a caracterização e delimitação das Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, por apresentar-se topograficamente aplainada, sendo caracterizada na imagem por diferenças muito pequenas de textura e tonalidade. Por isso, a maior parte do tratamento automático foi concentrado nesta área.

Dentro dos programas já definidos e implantados no Sistema I-100 do Instituto de Pesquisas Espaciais, foram utilizados os programas de operações para realce (Operações de Pré-Processamento), obtendo-se os seguintes resultados:

- Na imagem 206-27 foi realizada uma ampliação para a escala de 1:150.000 da região do Planalto de Marília.

Inicialmente fez-se uma composição colorida dos canais 7 (vermelho), 5 (verde) e 4 (azul), que deixou bem evidenciada a Formação Marília, bem como as escarpas que a constituem, as quais têm na sua base contato com a Formação Adamantina.

A seguir, a esta mesma composição aplicou-se a Função de Escalonamento, obtida pela sua multiplicação por um fator X; como resultado, obteve-se uma melhor caracterização da separabilidade entre ambas as formações (Figura 4.12).

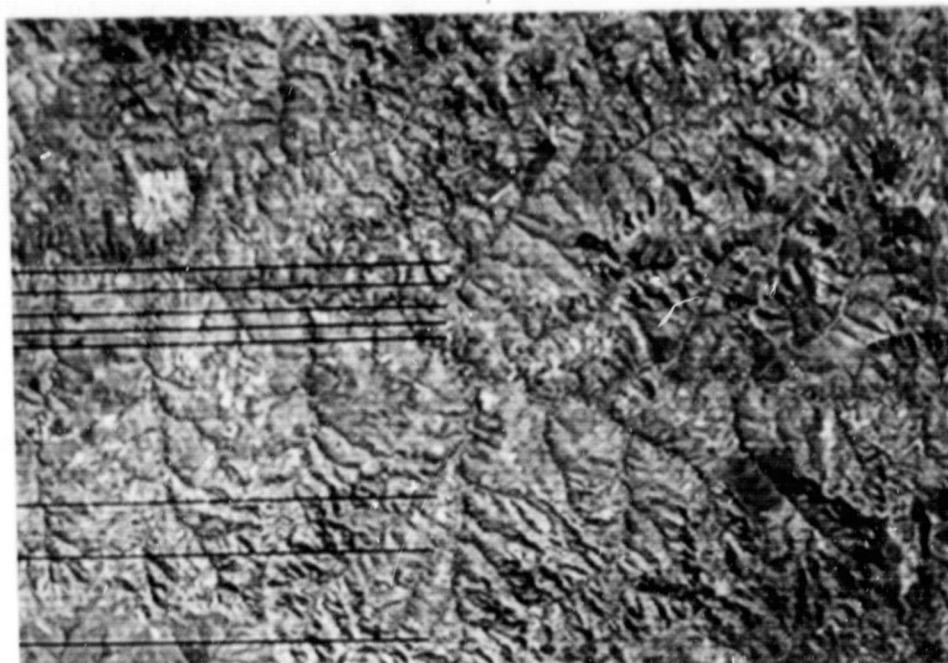


Fig. 4.12 - Imagem 206-27 - Composição colorida dos canais 7 (vermelho), 5 (verde) e 4 (azul) pela sua multiplicação pelo fator 2.

A Formação Marília apresenta-se delimitada pelas escarpas, apresentando cores marrom avermelhada e textura lisa nos planos; a Formação Adamantina apresenta-se nas partes baixas com cores esverdeadas e densidade de drenagem mais alta.

Nessa mesma área foram utilizados os filtros bidimensionais curtos - Tipo 3, com os parâmetros $A = -1$, $B = -2$, $C = 28$ e $D = -2$. Aos novos canais foi aplicada a técnica de aumento de contraste, obtendo-se um resultado não satisfatório na discriminação de ambas as Formações.

Na imagem 220-27, escala de 1:680.000, usou-se primeiramente a imagem original nas combinações coloridas dos canais 5 (vermelho), 6 (verde), 7 (azul) e 7 (vermelho), 5 (verde) e 4 (azul) para fazer uma análise geral do comportamento das Formações Caiuá, Santo Antônio e Adamantina.

Nesta análise geral, em ambas as composições foi verificado que existe uma boa discriminação entre as Formações Adamantina e Santo Anastácio, fato este também caracterizado na interpretação visual das imagens fotográficas em papel preto e branco. A Formação Santo Anastácio apresenta-se com textura lisa e tonalidade marrom-avermelhada, ocupando os vales das principais drenagens, enquanto a Formação Adamantina é bem evidenciada por uma textura mais rugosa, sendo caracterizada pelas tonalidades azuladas.

Já, em relação às Formações Santo Anastácio e Caiuá, isto não é observado (Figura 4.13).

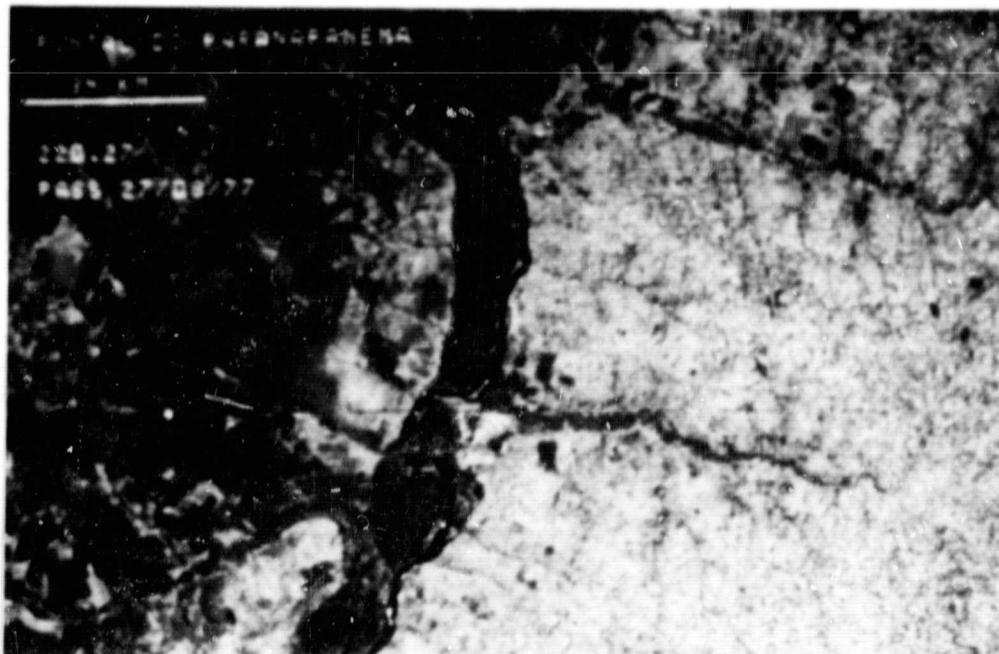


Fig. 4.13 - Imagem 220-27 - Composição colorida falsa-cor dos canais 5 (vermelho), 6 (verde) e 7 (azul).

A Formação Santo Anastácio encontra-se representada por textura lisa e cor marrom-avermelhada e a Formação Adamantina por textura medianamente rugosa e cor azulada. No canto inferior esquerdo da foto, área de ocorrência das Formações Caiuá e Santo Anastácio, a discriminação não é tão evidenciada.

A seguir foi realizada uma ampliação da cena original da região do Pontal do Paranapanema na escala de 1:150.000.

a) Primeiramente efetuou-se uma composição colorida dos canais 7 (vermelho), 6 (verde) e 5 (azul).

Nesta composição, a Formação Caiuá ficou caracterizada nos afluentes da margem direita do rio Paranapanema, os rios Pirapozinho e Santo Antônio, por uma coloração amarela, coincidindo com a sua área de distribuição delimitada no mapa geológico.

Já no restante da área, esta formação já não mantém as mesmas características, passando a tons de cinza que se confundem com as tonalidades da Formação Santo Anastácio.

Do mesmo modo as cabeceiras do rio Anhumas, caracterizada por um relevo mais acidentado em virtude do contato brusco entre ambas as formações, não foi perfeitamente caracterizado, por serem as cores representativas de matas galerias, observando-se simplesmente, uma textura de relevo mais rugosa.

A Formação Santo Anastácio apresentou, em seus pontos mais característicos, cores cinza-azulado claro.

Apesar das características, algumas vezes bem definidas de cada formação, não foi possível a delimitação de seus contatos segundo um mesmo critério para toda a área.

b) A seguir aplicou-se a esta área o programa de Aumento de Contraste (Opção Linear) dos canais originais. Fez-se uma composição colorida destes novos canais, onde foram atribuídas as cores ao canal 7 (vermelha), 6 (verde) e 5 (azul).

Observou-se maior contraste entre ambas as formações; a Formação Caiuá apresenta coloração amarelo-acinzentada a cinza-médio e

a Formação Santo Anastácio, coloração cinza-azulado. Mesmo assim, não foi possível a delimitação de ambas as unidades litológicas (Figura 4.14).

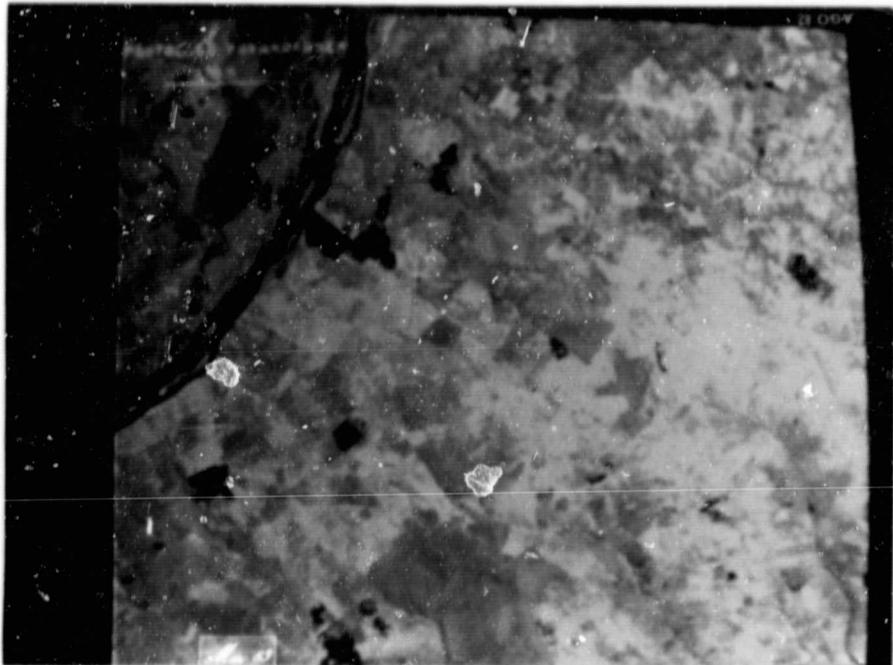


Fig. 4.14 - Imagem 220-27 - Aumento de contraste e composição colorida do canal 7 (vermelho), 6 (verde) e 5 (azul).

A Formação Caiuá apresenta-se em cor amarelada e a Formação Santo Anastácio em cor esbranquiçada.

c) A seguir foi aplicada a esta área técnica de relação entre canais, utilizando as divisões 4/5 (vermelho) 5/6 (verde) 6/7 (azul).

Este programa possibilitou caracterização da Formação Caiuá através das tonalidades marrom-esverdeadas, bem caracterizadas ao longo do Rio Anhumas; para o restante da área não foi bem definida esta tonalidade.

d) A seguir foi utilizada a técnica de transformação dos Principais Componentes.

A primeira componente ficou com 72,1% das informações; a segunda, com 23,5%; e a terceira e quarta componentes com 2,2%, respectivamente.

Na primeira componente não foi possível fazer uma caracterização geral sobre a delimitação entre ambas as formações; houve apenas um realce na topografia nas zonas caracterizadas por um contato brusco entre as Formações Caiuá e Santo Anastácio, na região das cabeceiras do rio Anhumas.

A segunda componente não apresentou resultados satisfatórios nem a combinação colorida, com a componente 1 no vermelho e verde e a componente 2 no azul.

As componentes 1 e 2 foi aplicada a técnica de Aumento de Contraste, observando-se uma descaracterização das áreas que evidenciavam as zonas de contato brusco bem realçadas na primeira componente.

Em Relação à extração de informações temáticas, fizeram-se os seguintes processamentos:

a) O Método do Paralelepípedo foi utilizado para a extração de informações das assinaturas espectrais das Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, como o objetivo de obter parâmetros para o processamento estatístico de dados, com a finalidade de verificar o grau de separabilidade entre elas.

Para tanto, foi utilizada a Função Discriminante entre dois grupos, implementado no sistema B-6.800 do INPE por Mattos e Ohara (no prelo). Como dados foram usados os valores de variância, por caracterizarem o contraste entre os alvos de cada formação, obtidos através do Método Paralelepípedo.

Na Função Discriminante, utilizou-se o método de Regressão Linear para definir o grau de discriminação entre os grupos analisados.

Como teste de significância para esta Função Discriminante entre as duas populações, utilizou-se o Método de Distância Generalizada Mahalanobis D_2 para ser testado junto com a Distribuição F (Figura 4.15 e 4.16).

Através da representação gráfica dos dois alvos, verifica-se:

b) Através da Divisão de Intervalos de Intensidade (Processamento Normal), procurou-se caracterizar espectralmente a Formação Santo Anastácio em relação à Formação Adamantina, em uma área onde ambas as Formações são facilmente delimitadas nas imagens fotográficas branco e preto e nas composições coloridas (Figura 4.13), obtendo-se uma boa caracterização dos limites entre ambas (Figura 4.17).

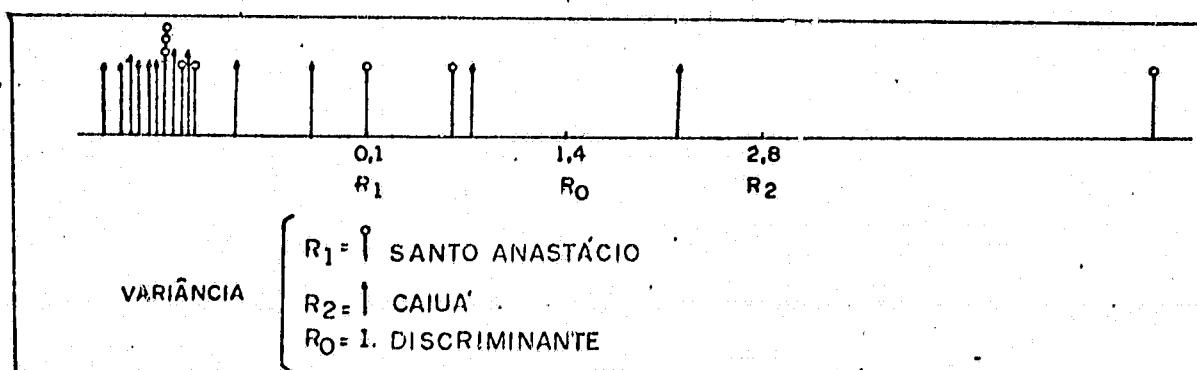


Fig. 4.15 - Gráfico representativo da Função Discriminante.

Verifica-se uma superposição da resposta espectral que apresenta a classe Caiuá (R_2) com a mesma resposta da classe Santo Anastácio (R_1). O teste F apresenta F calculado > F tabelado, o que mostra que as duas médias populacionais de variância são iguais, não existindo discriminação.

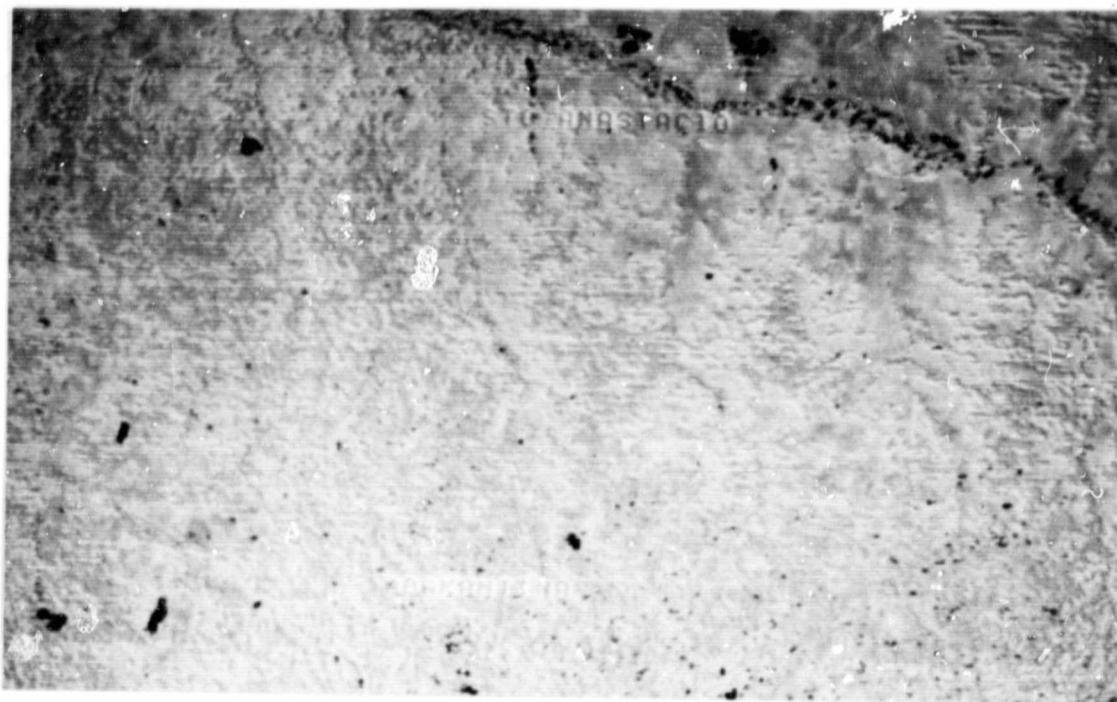
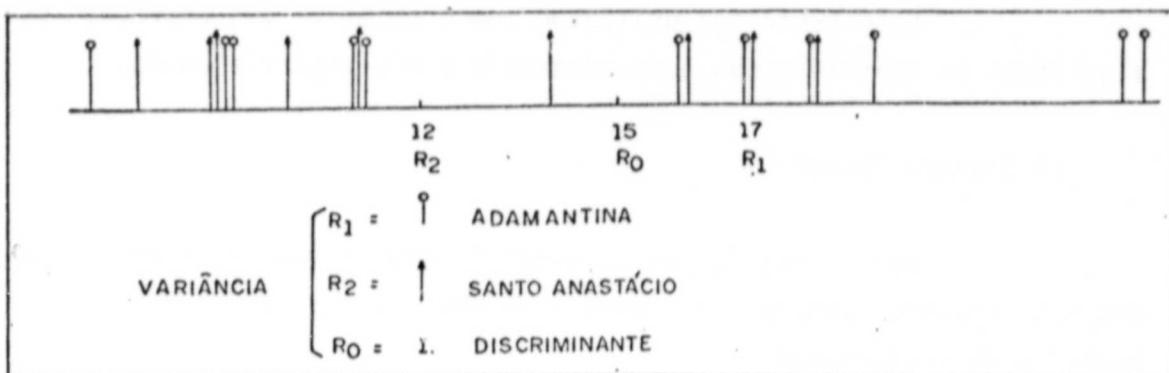


Fig. 4.17 - Imagem 220-27 - área norte (Região de Dracena)
Divisão de Intervalos de Intensidade.

A Formação Adamantina apresenta-se em cor esverdeada e textura medianamente rugosa, e a Formação Santo Anastácio em cor cinza-escuro e textura lisa.

Este teste foi utilizado com o objetivo de empregar os algoritmos de classificação supervisionada e não-supervisionada.

c) Sistema Maxver

Para a utilização do classificador bayesiano foram criadas sete classes (Tabela 4.2); para cada uma foram selecionadas áreas testes e de treinamento.

Como mostra a matriz de classificação de áreas teste da Tabela 4.2, o desempenho médio foi de 53,7% e a confusão média de 45,2%.

TABELA 4.2

CLASSES E MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS TESTES

CLASSE	NÚMERO DE PONTOS	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO							
		N	1	2	3	4	5	6	7
Adamantina	968,0	0,9	42,1	16,0	25,1	0,0	15,8	0,0	0,0
Santo Anastácio	968,0	4,6	5,5	22,6	37,7	15,3	14,2	0,1	0,0
Caiuá	1452,0	0,3	18,7	15,9	34,1	0,1	30,9	0,0	0,0
Aluvião	968,0	0,6	0,0	0,4	0,7	89,4	1,7	7,2	0,0
Mato Grosso	968,0	0,4	23,9	4,0	31,5	0,8	39,4	0,0	0,0
Mata	968,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	95,9	0,0
Água	180,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,9

DESEMPENHO MÉDIO DM = 53,7%
ABSTENÇÃO MÉDIA AM = 1,1%
CONFUSÃO MÉDIA = 45,2%

A matriz de classificação de áreas de treinamento mostrou um desempenho médio de 72% e uma confusão média de 27,8% (Tabela 4.3).

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

TABELA 4.3

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS DE TREINAMENTO

CLASSES	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO							
	N	1	2	3	4	5	6	7
1. Adamantina	0,5	71,0	5,0	9,5	1,5	12,5	0,0	0,0
2. Santo Anastácio	0,5	51,5	21,0	17,5	0,5	9,0	0,0	0,0
3. Caiuá	0,0	5,3	2,3	77,0	1,7	13,7	0,0	0,0
4. Aluvião	0,0	0,0	1,0	1,5	87,0	2,5	8,0	0,0
5. Mato Grosso	0,0	10,0	2,5	15,0	0,5	72,0	0,0	0,0
6. Mata	0,5	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	96,5	0,0
7. Água	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

DESEMPENHO MÉDIO DM = 72,0%
ABSTENÇÃO MÉDIA AM = 0,2%
CONFUSÃO MÉDIA CM = 27,8%

OBS.: Para as classes 1, 2, 4, 5 e 6 foram analisados 242 pontos, para a classe 3, 363 pontos e para a classe 7, 45 pontos.

Na classificação final, não foi possível uma perfeita caracterização das diversas classes, devido aos valores altos de comissão.

A seguir foi aplicado às classes o algoritmo de classificação Média-K, que tem a capacidade de agrupar os dados em até 32 classes, das quais selecionaram-se 7 que não apresentaram resultado satisfatório, ou seja, não permitiram caracterizar as formações em estudo.

Para testar os resultados da classificação Média-K, foram utilizadas as áreas testes da Classificação Maxver. O resultado da matriz de Classificação (Tabela 4.4) que considerou como parâmetros de treinamento os definidos pelo algoritmo de Média-K, mostra que os erros

de comissão foram altos; o erro de omissão da Formação Caiuá foi igual a 100%, enquanto o de comissão da Formação Caiuá, em relação à Formação Santo Anastácio, foi de 70,2%, em virtude da alta similaridade espectral entre as duas formações.

TABELA 4.4

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA TESTE-PARAMETROS MÉDIA-K

CLASSES	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO							
	N	1	2	3	4	5	6	7
1. Adamantina	0,2	47,0	37,8	0,0	0,0	0,1	0,0	14,9
2. Santo Anastácio	2,7	9,1	41,4	1,9	0,0	8,3	0,0	36,7
3. Caiuá	0,1	17,1	70,2	0,0	0,1	0,3	0,0	12,1
4. Aluvião	7,9	0,0	0,1	47,4	0,0	38,0	0,0	6,6
5. Mato Grosso	0,2	20,2	61,7	0,0	0,0	1,0	0,0	16,8
6. Mata	0,0	0,0	0,0	99,8	0,0	0,2	0,0	0,0
7. Água	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DESEMPENHO MÉDIO DM = 13,4%
ABSTENÇÃO MÉDIA AM = 4,4%
CONFUSÃO MÉDIA CM = 82,2%

A aplicação do Algoritmo de Extração de Atributos Espaciais conjugado ao Sistema Maxver também não apresentou resultado satisfatório como mostra a matriz de classificação de área teste (Tabela 4.5), onde o erro de comissão entre as classes Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina é muito alto.

TABELA 4.5

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREA TESTE - SELATR - MAXVER

CLASSES	MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO							
	N	1	2	3	4	5	6	7
1. Adamantina	6,1	18,0	62,6	4,4	0,0	8,9	0,0	0,0
2. Santo Anastácio	7,3	0,7	43,2	23,9	13,3	11,6	0,0	0,0
3. Caiuá	0,0	0,0	46,4	29,8	0,0	23,8	0,0	0,0
4. Aluvião	0,5	0,0	0,0	0,0	98,6	0,6	0,3	0,0
5. Mato Grosso	2,4	0,0	28,1	28,6	0,0	40,9	0,0	0,0
6. Mata	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,0	0,0
7. Água	35,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	57,8

DESEMPENHO MÉDIO DM = 53,1%
ABSTENÇÃO MÉDIA AM = 3,6%
CONFUSÃO MÉDIA CM = 43,3%

4.6 - EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

No final do Jurássico, inicia-se um ciclo vulcânico que recobre a bacia com lavas basálticas, atingindo este evento a sua maior intensidade no Cretáceo Inferior. Regionalmente o arco de Ponta Grossa constitui o maior elemento geotectônico, área fonte primordial do evento magmático (Soares et alii, 1979).

Este ciclo marca o início da Reatividade Wealdeniana e, consequentemente, o estabelecimento das bacias marginais; o interior continental é alvo de intensa movimentação tectônica, que dá origem a um padrão de falhamentos verticais que modelaram o embasamento basáltico pré-Bauru (Sugio et alii, 1977). O padrão de falhamento que afetou os derrames basáltico deveu-se a uma grande subsidência que se processou no Cretáceo Inferior, provavelmente em compensação ao volume de magma transferido para a superfície, (Almeida, 1981).

A compartimentação da bacia torna-se mais intensa em virtude dos processos que aceleram ainda mais a razão de levantamento dos arcos marginais, que dentro de um padrão de falhamentos normais originam um sistema "Horst" e "Graben", continentais, que iniciam o processo de formação do Arco da Serra do Mar. Este último, juntamente com os Arcos da Canastra ao norte e de Ponta Grossa ao sul, formam o grande arcabouço oriental da Bacia de deposição Bauru, no Cretáceo (Soares et alii, 1979).

Segundo Suguio (1973), testemunhos deste ciclo tectônico pré-Bauru são encontrados na região Bauru-Agudos, onde sedimentos da Formação Bauru depositam-se diretamente sobre a Formação Botucatu, em virtude de um grande "horst" na região que elevou as sequências basálticas posteriormente removidas pela erosão.

Segundo este autor, a bacia de deposição Bauru constituía uma bacia monoclinal de ativa tectônica, inclinada para o Arco de Ponta Grossa, com soerguimento mais acentuado para norte, junto ao Arco da Canastra, enquanto o soerguimento da área sul foi gradativo e limitado, o que explica o aumento de espessura dos sedimentos em direção à calha do Rio Paraná.

A deposição do Grupo Bauru progrediu continuamente, não se observando descontinuidades correspondentes a hiatos erosivos, significativos, caracterizados por processos tectônicos que se limitaram ao soerguimento dos arcos marginais, à diferenciação das taxas de subsidência e à variação do padrão de distribuição das diversas formações (Almeida, 1981).

Segundo Suguio et alii (1977), o ciclo inicial da sedimentação Bauru deu-se em um relevo bastante irregular, motivado pelo evento tectônico pós-basáltico e por um período de intensa erosão, que desenvolve a denominada "Superfície Pós-Gondwânica" (Soares, 1973). A bacia de deposição não mostra características de intensa subsidência, sendo mais representativa de um sítio deposicional adjacente à elevação dos arcos marginais.

Esse relevo irregular favoreceu uma sedimentação lacustre e somente após uma suavização do relevo, em função de um assoreamento das irregularidades, é que se desenvolveu uma fase de sedimentação fluvial (Soares et alii, 1979).

Segundo Suguio (1973), o Grupo Bauru foi depositado em ambiente continental flúvio-lacustre, caracterizado no início da sedimentação por um clima úmido, que passa progressivamente a semi-árido, assistido por tectônica de falhamentos e ligado aos limites das áreas estruturais do arco de Ponta Grossa e do Arco da Canastra. A Formação Caiuá, que constitui a parte basal do Grupo Bauru, em função da sua distribuição, sugere um embaciamento restrito, com centro deposicional na região do Pontal do Paranapanema, depositada predominantemente em um ambiente flúvio-lacustre, e admite depósitos de contribuição eólica em áreas marginais desta bacia.

Progressivamente ocorre a migração do centro deposicional para oeste, sendo o ambiente lacustre substituído por um sistema fluvial de baixa energia, com deposição lacustre e canais anastomosados que constituem a Formação Santo Anastácio.

A Formação Adamantina caracteriza-se por uma organização no ambiente fluvial, com rios de grande porte e alta energia, e é constituída de depósitos de canais e planície de inundação.

Os depósitos do final do Grupo Bauru evidenciam uma crescente aridez climática, e o ambiente deposicional é processado em regimes torrenciais, de leques aluviais e deposição de pavimentos detriticos, havendo cimentação de carbonatos do tipo "caliche" (Almeida, 1981).

Durante a sedimentação Bauru não há adição de novos elementos tectônicos, a não ser o contínuo levantamento dos arcos, assim como variações climáticas associadas à evolução dos sedimentos que governam praticamente todo o evento sedimentar Bauru.

No período pós-Bauru, já no Terciário, intensos movimentos tectônicos afetaram os sedimentos, com grandes movimentos de basculamento tectônico no interior continental, em direção ao novo eixo estrutural da bacia, representada pela calha do rio Paraná. A movimentação com adernamento de grandes blocos causam zonas de fraturamentos em seus sedimentos, ao longo das faixas de fraqueza pré-Bauru reativadas, assim como deformação local das camadas (Soares et alii, 1979).

Segundo Fúlfaro (1971), após a deposição Bauru pequenas falhas individuais começaram a ser reativadas, ocorrendo a sobreelevação tectônica do planalto basáltico por esse sistema de falhamento em degraus, o que finalizou o processo de soerguimento da Serra Geral. Esse evento tectônico intensificou o processo erosivo, transportando os detritos para oeste; consequentemente ocasionou a desorganização da drenagem que antes fluía livremente e agora encontra grandes barreiras naturais que constituem os depósitos sedimentares recentes.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

A interpretação visual das imagens consistiu basicamente na identificação e análise dos diferentes padrões tonais e texturais, utilizando os canais 5 e 7, que melhor resposta ofereceram para o desenvolvimento deste estudo, como já verificado em trabalhos com imagens multiespectrais.

As imagens MSS-LANDSAT utilizadas neste trabalho demonstraram sua viabilidade, mesmo para o mapeamento de áreas sedimentares monótonas, em virtude do seu caráter multiespectral e da visão regional fornecida pelas imagens, o que possibilitou caracterizar e definir espectralmente a distribuição espacial das formações em sua grande área de ocorrência.

Fotogeologicamente foi possível definir, através das imagens, contatos entre as diversas formações, mesmo sem apresentar diferenças discrepantes; os critérios para a diferenciação litológica através de imagens tornam-se menos confiáveis em áreas sedimentares totalmente arrasadas e aplaínadas, como verificado na região do Pontal do Paranapanema, entre as Formações Caiuá e Santo Anastácio.

Entre os critérios visuais utilizados para a diferenciação litológica, ficou bem evidenciada nas imagens a Formação Marília, pelo seu relevo escarpado e pelas tonalidades claras obtidas no canal 7. A Formação Adamantina é bem evidenciada, em relação à Formação Santo Anastácio, por uma densidade de drenagem alta e por uma textura de relevo fracamente rugosa em relação a uma textura lisa e baixa densidade de drenagem.

Quanto ao ambiente de deposição da Formação Caiuá, este é predominantemente aquoso, mas ficam bem evidenciados depósitos em condições eólicas, como constatado na base do Morro do Diabo, os quais

provavelmente se originam do retrabalhamento dos sedimentos em áreas marginais da bacia Caiuá.

A área de ocorrência dos sedimentos Santo Anastácio tem seu limite aumentado a leste das principais drenagens e ao norte da ilha do Rio Paraná, onde ultrapassa a localidade de Santa Fé do Sul.

Considerando a escala dos produtos LANDSAT, a divisão estratigráfica adotada neste trabalho para o Grupo Bauru é a mais confiável, pois a divisão das formações em litofacies não permite uma definição dos seus limites com um grau de confiabilidade aceitável, possibilizando simplesmente, devido à grande área mapeada, definir regiões com predominância litológicas em função de pequenas variações de suas características fotogeológicas.

Em relação aos mapas geológicos e trabalhos anteriores sobre o Grupo Bauru no Estado de São Paulo, constatou-se que:

As relações de contato entre a Formação Santo Anastácio e a Formação Caiuá comportam-se de forma transicional, mas podem localmente apresentar contatos bruscos, caracterizados por arenitos com dominância da fração média Caiuá, em contato com arenitos finos a médios da Formação Santo Anastácio, verificado nas proximidades Planalto do Sul (SP).

No mapa geológico do Estado de São Paulo, na escala de 1:1.000.000, estão mapeadas pequenas manchas de sedimentos Bauru nas áreas do reverso das "Cuestas basálticas".

Alguns destes depósitos são definidos neste trabalho como depósitos cenozóicos, correlacionados à Serra de Itaqueri (Cottas e Barcelos, 1981). Os depósitos da Serra de Avaré, Serra de São Carlos e Serra do Cuscuzeiro estão ainda inclusos no Grupo Bauru. Os sedimentos da Serra dos Dourados foram definidos como Formação Adamantina e a localidade de Rubião Júnior, como Formação Marília.

Ainda como referência às ocorrências mais restritas, os sedimentos de Franca e Batatais permanecem no Grupo Bauru como Formação Adamantina.

Em virtude das características definidas nas imagens, aliadas a trabalhos de campo, fica sem dúvida evidenciada a ocorrência da Formação Marília, a qual constitui o Planalto de Monte Alto, o que não é admitido por Almeida et alii (1981).

De uma maneira geral, o tratamento automático mostrou que os programas de pré-processamento podem fornecer uma caracterização das unidades estudadas melhor que o procedimento de extração de informações temáticas. Não conseguiram fornecer uma informação que permitisse uma interpretação visual satisfatória, em relação aos produtos fotográficos em papel branco e preto.

A ineficácia do sistema de classificação utilizado na tentativa de retratar as diferentes unidades litológicas, reflete as similaridades de suas assinaturas espectrais nos canais do LANDSAT, como mostrou a Análise Discriminante.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. de Fundamentos geológicos do relevo paulista. Bole
tim do Instituto Geográfico Geológico, (41):169-263, 1964.

ALMEIDA, F.F.M. de; BARBOSA, O. Geologia das quadritúculas de Piracica
ba e Rio Claro. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM,
(143):1-96, 1953.

ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; DANTAS, A.S.L.; CARNEIRO, C.D.R.; MELO, M.S.; BISTRICHI, C.A. Mapa Geológico do Estado
de São Paulo. São Paulo, IPT, 1981. 126 p. (Monografia IPT, 6).

ALMEIDA, M.A. de; DANTAS, A.S.L.; FERNANDES, I.A.; SAKATE, M.T.; GIMENES, A.F.; TEIXEIRA, A.L.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M. de. Con
siderações sobre a estratigrafia do Grupo Bauru na região do Pon
tal do Paranapanema no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL
DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. Atas. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. v. 2, p. 77-89.

ALMEIDA, M.A. de; STEIN, D.P.; MELO, M.S. de; BISTRICHI, C.A.; PONÇNO, W.L.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia do Oeste paulis
ta e áreas fronteiriças dos Estados de Mato-Grosso e Sul e Paraná.
In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Camboriú, 1980. Anais.
Camboriú, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. v. 5, p. 2799
-2812.

AMARAL, G. Padrões fotogeológicos das litofáceas da Formação Bauru
no Estado de São Paulo, como observadas em imagens LANDSAT. In:
SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., São Paulo, 1977. Atas. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 439-449.

AMARAL, G.; ARID, F.M. "Trend Surface Analysis" aplicada ao estudo
da Formação Bauru no noroeste do Estado de São Paulo. In: CONGRES
SO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. Resumo das Comu
nicações. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. p.
113.

PRECEDING PAGE BLANK NOT FILMED

AMARAL, G.; LIU, C.C.; ALMEIDA, R.F. Aplicação de imagens dos Satélites LANDSAT à integração geológica regional no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., São Paulo, 1977. Atas. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 226-230.

AMARAL, G.; LIU, C.C.; ALMEIDA, R.F. *Mapa Geológico de parte do Estado de São Paulo baseado em Imagens LANDSAT*. São José dos Campos, INPE, 1979. (INPE-1437-RPE/02).

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAVEMETRY (ASP). *Manual of Remote Sensing*. Falls Church, VA, 1975. v. 2.

ARID, F.M. A Formação Bauru na região norte - ocidental do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, São José do Rio Preto, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1967.

ARID, F.M. Comportamento Espacial da Formação Bauru na região Norte Ocidental do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 3(1):23-35, 1973.

ARID, F.M.; BARCHA, S.F. Sedimentos neocenozoicos no Vale Rio Grande. *Sedimentologia e Pedologia*, (2):1-29, 1971.

ARID, F.; CASTRO, P.R.M.; BARCHA, S.F. Estudos hidrogeológicos no município de São José do Rio Preto. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 19(1):43-71, 1970.

ARID, F.M.; VIZOTTO, L.D.; LANDIN, P.M.B. A ocorrência de um Jazigo Fossilífero nos arredores de São José do Rio Preto. *Ciência e Cultura*, 14(3):172, 1962. (Resumo das Comunicações).

BAKER, G.L. The Lava field of the Parana Basin, South America. *Geology*, 31(1):69-79, 1923.

BARCELOS, J.H.; LANDIN, L.M.B.; SUGUIO, K. Análise estratigráfica das sequências cretáceas do Triângulo Mineiro (MG) e suas correlações com as do Estado de São Paulo, In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. Atas. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. v. 2, p. 90-102.

BARCHA, S.F. Estratigrafia do Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *Coletânea de trabalhos e debates*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 48-62.

BJORNBERG, A.J.S.; LANDIN, P.M.B.; BÓSIO, N.J. Observações sobre a deposição do sedimento Bauru na região Centro Ocidental do Estado de São Paulo. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 19(1): 79-80, 1970.

BÓSIO, N.J.; LANDIN, P.M.B. Formação Caiuá: sedimentologia e estratigrafia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., Salvador, 1969. *Resumo das comunicações*. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia, 1969. p. 54. (Publicação especial, 1).

BÓSIO, N.J.; LANDIN, P.M.B. Um estudo sedimentológico sobre a Formação Caiuá. *Boletim Paranaense de Geociências*, (28/29): 145-157, 1971.

BRANDT NETO, M. *Estratigrafia da formação Bauru na região do baixo Tietê*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP, Instituto de Geociências, 1977. 74 p.

BRANDT NETO, M.; COIMBRA, A.M.; BARELLI SPILLER, L.R. Sedimentos da Serra de Itaqueri. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *Coletânea de trabalhos e debates*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geociências. p. 63-86.

COIMBRA, A.M. *Arenitos da formação Bauru; estudo de áreas fonte*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP, Instituto de Geociências, 1976. 2 v.

COIMBRA, A.M.; BRANDT NETO, M.; PETRI, S. O alinhamento estrutural do Tietê. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., São Paulo, 1977. *Atas*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 145-152.

C-2

COTTAS, L.R.; FULFARO, V.J. Mapeamento geológico da área de Nuporanga, Batatais, SP, e estratigrafia dos depósitos sedimentares mesozóicos e cenozóicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife, 1978. *Anais*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v. 11, p. 98-107.

COTTAS, L.R.; BARCELOS, J.H. Novas considerações sobre a região de Itaqueri da Serra, São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. *Atas*. Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. v. 2, p. 70-76.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELETRICA (DAEE). *Estudo das águas subterrâneas, região administrativa 6, Ribeirão Preto*. São Paulo, 1974.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELETRICA (DAEE). *Estudo das águas subterrâneas, regiões administrativas 7, 8 e 9, Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba*. São Paulo, 1976.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELETRICA (DAEE). *Mapa geológico das regiões administrativas 10 e 11, Presidente Prudente e Marília*: escala: 1:500.000. São Paulo, 1979.

DUTRA, L.V. *Estracão de atributos espaciais em Imagens Multiespectrais*. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE, 1982. (INPE-2315-TDL/078).

DUTRA, L.V.; SOUZA DE, R.C.M.; II, F.A.M.; MOREIRA, J.C. *Análise automática de Imagens Multiespectrais*. São José dos Campos, INPE, 1981. (INPE-2212-MD/009).

FIORI, A.P. *Estratigrafia do Grupo Tubarão (Formação Aquidauana) na região Sudeste do Estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP, Instituto de Geociências, 1977. 86 p.

FREITAS, R.O. Grupo Bauru. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, (41):126-147, 1964.

FREITAS, R.O. Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. Geologia*, (14):1-185, 1955.

FÜLFARO, V.J. O cenozóico da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. *Atas*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1979. v. 1, p. 2-31.

FÜLFARO, V.J. A evolução tectônica e paleogeográfica da Bacia Sedi-
mentar do Paraná pelo "Trend Surface Analysis". *Publicação da Es-
cola de Engenharia de São Carlos, Geologia*, (14):1-112, 1971.

FÜLFARO, V.J.; SUGUIO, K. O Cenozóico Paulista; Gênese e Idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. *Anais*. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. n. 3, p. 91-
-101.

FUNDACÃO DO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Geo-
grafia do Brasil, Região Sudeste*. São Paulo, 1977.

GENERAL ELECTRIC (GE). *Image-100 - enteractive multispectral image
analysis system; user manual*. Daytona, FL, 1975.

HALBORTY, M.T. Application of LANDSAT Imagens to Petroleum and
Mineral Explanation. *The Bulletin of the American Association of
Petroleum Geologists*, 60(5):745-793, 1976.

HARTIGAN, J.A. *Clustering algorithms*. New York, John Wiley, 1975.

HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation. *The
Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*,
51(11):2246-2259, Nov. 1967.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO (IGG). *Mapa geológico do Estado de
São Paulo: 1:1.000.000*. São Paulo, 1974.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Curso de treinamento; apli-
cações de Sensoriamento Remoto com ênfase em imagens LANDSAT, no
levantamento de recursos naturais*. São José dos Campos, INPE, nov.
1980. 253 p. (INPE-1949-MD/006).

LANDIN, P.M.B.; FÜLFARO, V.J. Nota sobre gênese da Formação Caiuá.
In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. *Anais*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 2, p. 277-
-280.

LANDIN, P.M.B.; SOARES, P.C. Estratigrafia da Formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., Ouro Preto, 1976. *Anais*. Ouro Preto, Sociedade Brasileira de Geologia, 1976. v. 2, p. 195-206.

LEBERL, F.; SOHA, J.; MEIJERINK, A. Digital Picture Processing and its Impact on Image Interpretation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, Freiburg, July 1978. *Proceedings*. Vukusr, Krause-Druck, 1978. v. 1, p. 245-260.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. *Remote sensing and image interpretation*. New York, John Wiley, 1979.

MATTOS, J.T.; OHARA, T. *Função discriminante linear entre dois gru pos.* São José dos Campos, INPE. No prelo.

MEZZALIRA, S. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do Arenito Bauru. *Boletim do Instituto de Geografia e Geologia*, (51):1-163, 1974.

MEZZALIRA, S. Aspectos paleoecológicos da Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *Colatânea de trabalhos e debates*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 1-14.

PETRI, S. Charophyta cretáceo de São Paulo, Formação Bauru. *Revisão da Sociedade Brasileira de Geologia*, 41(1):67-72, 1955.

NORTHFLEET, A.; MEDEIROS, R.; MUHLMAN, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Boletim técnico da PETROBRAS*, 12(3): 291-346, 1969.

PRICE, L.I. Os crocodilídeos da fauna da Formação Bauru do Cretáceo Terrestre do Brasil Meridional. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 22(4):473-490, 1950.

PRICE, I.C. Os quelônios da Formação Bauru, Cretáceo Terrestre do Brasil Meridional. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, (147):1-39, 1953.

RIBEIRO, E.A.; II, F.A.M.; MOREIRA, J.C.; DUTRA, I.V.; OLIVEIRA, S.B.M. Processamento de Imagens e Classificações de Padrões. In: INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Curso de treinamento: aplicações de sensoriamento remoto, com ênfase em imagens LANDSAT, no levantamento de recursos naturais. São José dos Campos, INPE, 1980. cap. 3, p. 3.13-43. (INPE-1949-MD/006).

RICCONINI, C.; GIMENEZ FILHO, A.; PIRES NETO, A.G.; STEIN, D.P.; ALNEIDA, F.F.M. de; DEHIRA, L.R.; MELO, M.S. de; BRAGA, T. de O.; PONÇANO, W.L. Características da porção basal da Formação Caiuá, no noroeste do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. Atas. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, núcleo de São Paulo, 1981. v. 2, p. 34-48.

RIVERAU, J.C. Notas de aula do curso de fotointerpretado. Ouro Preto, Sociedade Internacional de Cultura da Escola de Geologia de Ouro Preto, 1972.

RODRIGUES, J.E. Aplicação do sensoriamento remoto no estudo do comportamento geotípico da região do complexo acintoso de Itatiaia. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1980. (INPE-2220-TDL/062).

ROXO, M.G. de O. Crocodilianos fósseis do Brasil. Notas Preliminares e Fórum. Revista de Geologia e Mineralogia, (14):9-15, 1937.

SALAMUNE, R.; LANDIN, P.M.B.; SLONGO, T.T.; SOBREIRO NETO, A.F.; PAIVA FILHO, A. Observações sobre o ambiente de deposição da Formação Caiuá no noroeste do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. Atas. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1981. v. 2, p. 25-33.

SANTOS DOS, A.R.; ANJOS DOS, C.E.; MOREIRA, J.C.; BARBOSA, M.P.; VENEZIANI, P. Tratamento automático aplicado à resolução de problemas geológicos (Projeto Estudo de Rochas Intrusivas). São José dos Campos, INPE. No prelo.

SCHNEIDER, R.L.; MUHLMAN, H.; TOMMAZI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. *Anais*. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 1, p. 41-65.

SIMONETT, D.S.; LINTZ JR., J. *Remote sensing of environment*. Reading, MA, Addison-Wesley, 1976.

SOARES, P.C. *O mesozóico gondwanico no Estado de São Paulo*. Tese de Doutoramento na Faculdade de Ciências e Letras. Rio Claro, 1973.

SOARES, P.C.; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícias Geomorfológicas*, 16(32):71-104, 1976.

SOARES, P.C.; LANDIN, P.M.B.; FÜLFARO, V.J.; AMARAL, G.; SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; SOBREIRO NETO, A.C.; GIACURSI, F.D.; CORREA, W.A.G.; CASTRO, C.G.J. Geologia da Região sudoeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. *Atas*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1979. v. 2, p. 307-319.

SOARES, P.C.; LANDIN, P.M.B.; FÜLFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, 10(3):177-185, 1980.

STEIN, D.P.; MELO, M.S.; BISTRICH, C.A.; ALMEIDA, M.A. de; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; ALMEIDA, F.F.M. de Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. *Atas*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1979. v. 2, p. 291-306.

SUGUIO, K.A. *Formação Bauru: calcários e sedimentos detriticos associados*. Tese de Livre Docência. São Paulo, Instituto de Geociências da USP, 1973. 2 v.

SUGUIO, K. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisões estratigráficas do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *Coletânea de trabalhos e debates*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 15-30.

SUGUIO, K.; FÜLFARO, V.J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L.A. Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru, nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., São Paulo, 1977. *Atas*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 231-244.

VELASCO, F.R.D.; PRADO, L.O.C.; SOUZA, R.C.M. *Sistema MAXVER; manual do usuário*. São José dos Campos, INPE, jul., 1980. (INPE-1315-NTI/110).

WASHBURN, C.W. Petroleum Geology of the State of São Paulo, Brasil. *Boletim da Comissão Geográfica e Geológica*, (22):1-282, 1930.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

APÊNDICE A

MAPAS GEOLÓGICOS

- 1 - Loanda
- 2 - Presidente Prudente
- 3 - Dracena
- 4 - Andradina
- 5 - Iturama
- 6 - Votuporanga
- 7 - Araçatuba
- 8 - Marília
- 9 - Itapetininga
- 10 - Bauru
- 11 - Araraquara
- 12 - São José do Rio Preto
- 13 - Franca

Maps
available from source

MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO.

TÍTULO	DETALHES	VALORES		VALORES	VALORES
		VALORES	VALORES		
03020032	03020032	03020032	03020032	03020032	03020032

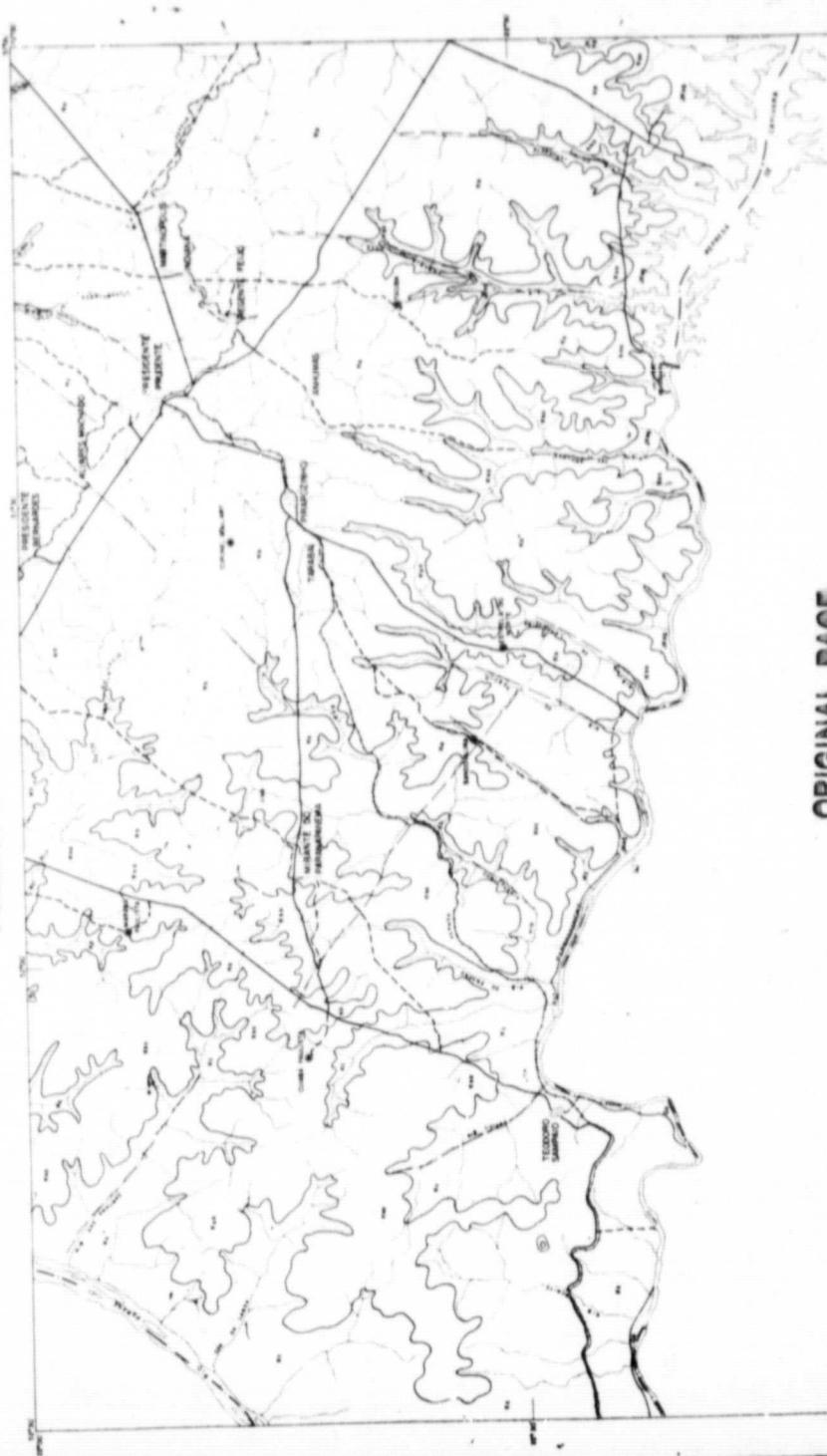
LOANDA

BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH
ORIGINAL PAGE

ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

PRESIDENTE PRUDENTE

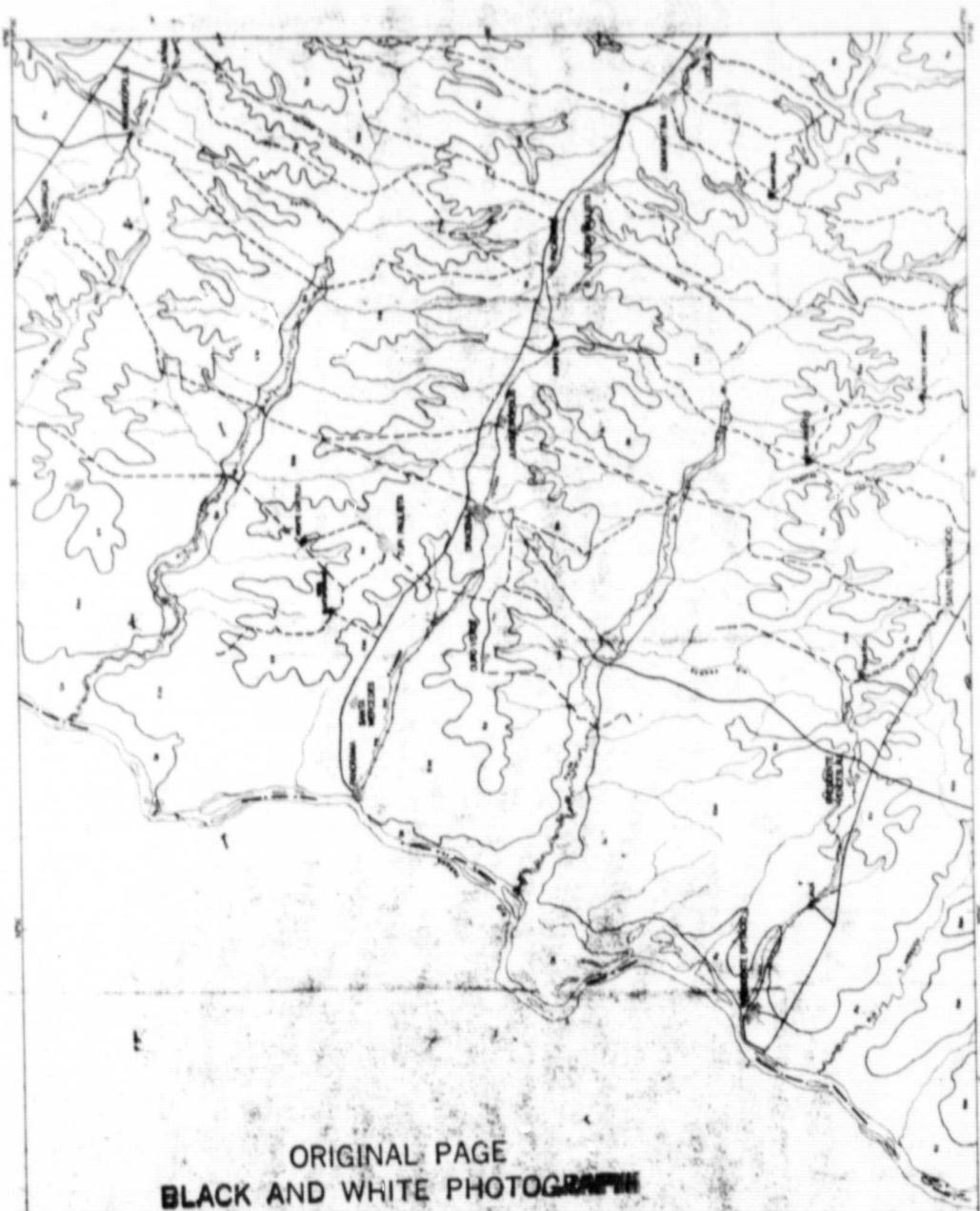
MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST DE SÃO PAULO.



ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO.

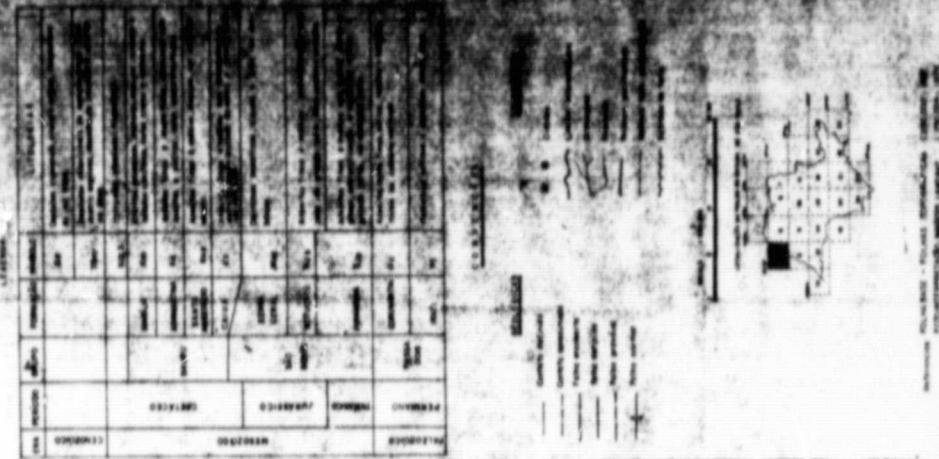
DRACENA



ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

ANDRADINA

MAPA GEOLOGICO DO
GRUPO TAURU NO
EST DE SÃO PAULO



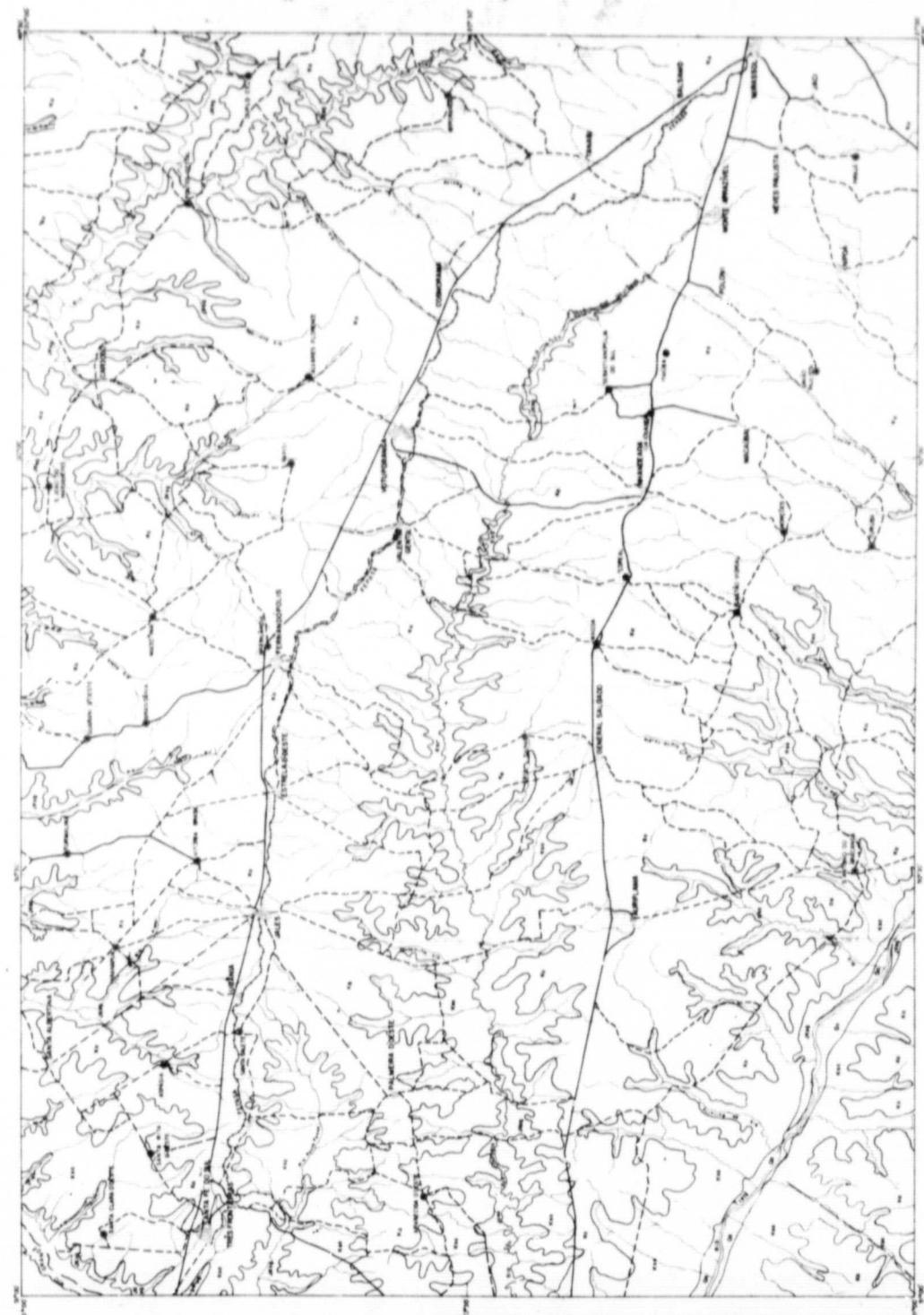
ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

MAPA GEOLOGICO DO
GRUPO BAUER NO
EST DE SAO PAULO

LEGENDA		LEGENDA									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324
325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348
349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372
373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396
397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444
445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468
469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492
493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564
565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588
589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612
613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684
685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708
709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732
733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756
757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804
805	806	807	808	809	8010	8011	8012	8013	8014	8015	8016
8017	8018	8019	8020	8021	8022	8023	8024	8025	8026	8027	8028
8029	8030	8031	8032	8033	8034	8035	8036	8037	8038	8039	8040
8041	8042	8043	8044	8045	8046	8047	8048	8049	8050	8051	8052
8053	8054	8055	8056	8057	8058	8059	8060	8061	8062	8063	8064
8065	8066	8067	8068	8069	8070	8071	8072	8073	8074	8075	8076
8077	8078	8079	8080	8081	8082	8083	8084	8085	8086	8087	8088
8089	8090	8091	8092	8093	8094	8095	8096	8097	8098	8099	80100
80101	80102	80103	80104	80105	80106	80107	80108	80109	80110	80111	80112
80113	80114	80115	80116	80117	80118	80119	80120	80121	80122	80123	80124
80125	80126	80127	80128	80129	80130	80131	80132	80133	80134	80135	80136
80137	80138	80139	80140	80141	80142	80143	80144	80145	80146	80147	80148
80149	80150	80151	80152	80153	80154	80155	80156	80157	80158	80159	80160
80161	80162	80163	80164	80165	80166	80167	80168	80169	80170	80171	80172
80173	80174	80175	80176	80177	80178	80179	80180	80181	80182	80183	80184
80185	80186	80187	80188	80189	80190	80191	80192	80193	80194	80195	80196
80197	80198	80199	80200	80201	80202	80203	80204	80205	80206	80207	80208
80209	80210	80211	80212	80213	80214	80215	80216	80217	80218	80219	80220
80221	80222	80223	80224	80225	80226	80227	80228	80229	80230	80231	80232
80233	80234	80235	80236	80237	80238	80239	80240	80241	80242	80243	80244
80245	80246	80247	80248	80249	80250	80251	80252	80253	80254	80255	80256
80257	80258	80259	80260	80261	80262	80263	80264	80265	80266	80267	80268
80269	80270	80271	80272	80273	80274	80275	80276	80277	80278	80279	80280
80281	80282	80283	80284	80285	80286	80287	80288	80289	80290	80291	80292
80293	80294	80295	80296	80297	80298	80299	80300	80301	80302	80303	80304
80305	80306	80307	80308	80309	80310	80311	80312	80313	80314	80315	80316
80317	80318	80319	80320	80321	80322	80323	80324	80325	80326	80327	80328
80329	80330	80331	80332	80333	80334	80335	80336	80337	80338	80339	80340
80341	80342	80343	80344	80345	80346	80347	80348	80349	80350	80351	80352
80353	80354	80355	80356	80357	80358	80359	80360	80361	80362	80363	80364
80365	80366	80367	80368	80369	80370	80371	80372	80373	80374	80375	80376
80377	80378	80379	80380	80381	80382	80383	80384	80385	80386	80387	80388
80389	80390	80391	80392	80393	80394	80395	80396	80397	80398	80399	80400
80401	80402	80403	80404	80405	80406	80407	80408	80409	80410	80411	80412
80413	80414	80415	80416	80417	80418	80419	80420	80421	80422	80423	80424
80425	80426	80427	80428	80429	80430	80431</					

ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

VOTUPORANGA

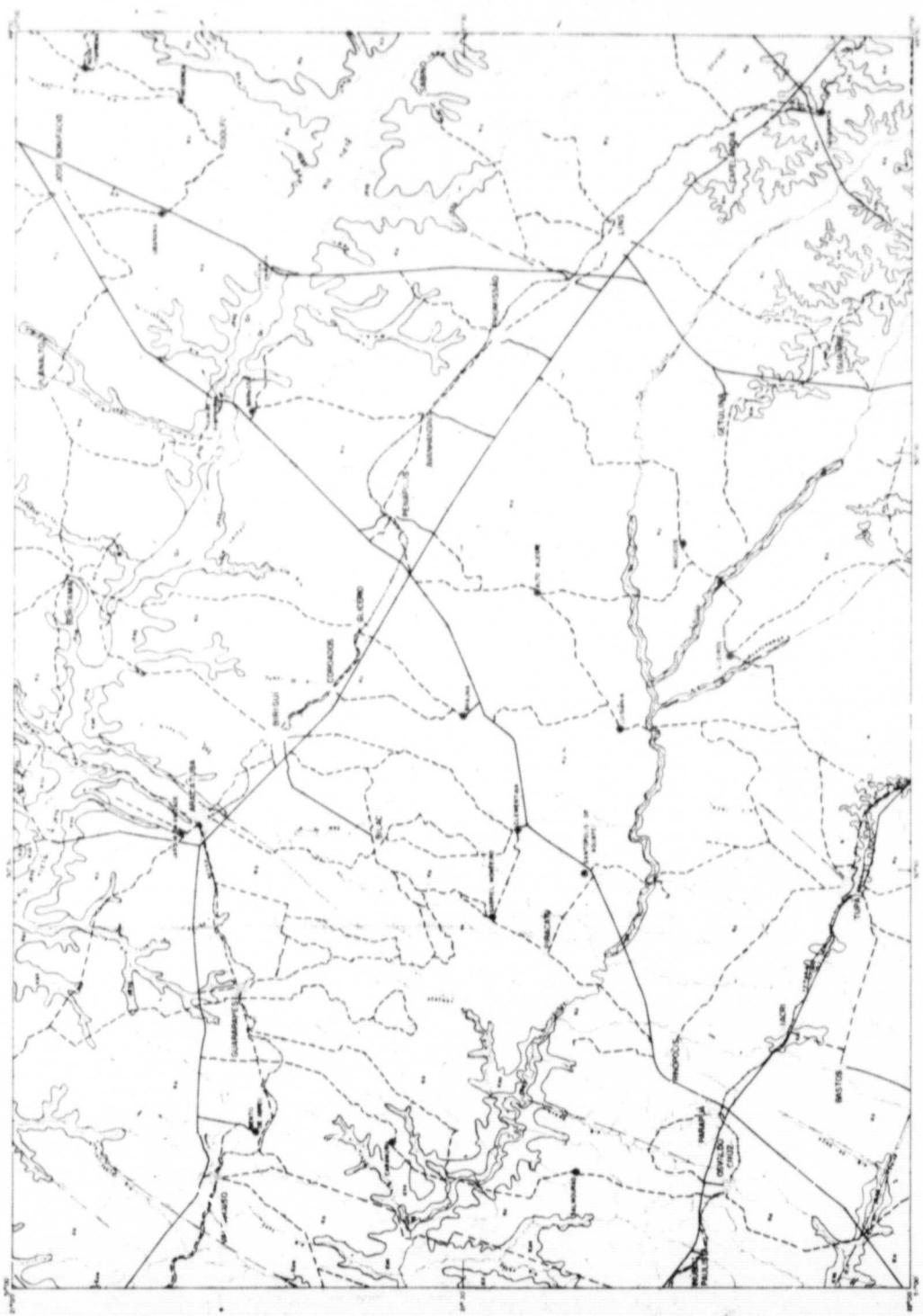


MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO.

ARACATUBA

MAPA GEOLOGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO.

LEADER	LITERATURE		CRAFTS		SCIENCE		SOCIAL STUDIES		ARTS		MUSIC	
	NAME	ADDRESS	NAME	ADDRESS	NAME	ADDRESS	NAME	ADDRESS	NAME	ADDRESS	NAME	ADDRESS
TEA FERDICO	EDNA ZUBER	03091362	GEORGE	03091338	JOHN	03091361	JOHN	03091364	JOHN	03091365	JOHN	03091366
TEA FERDICO	EDNA ZUBER	03091362	GEORGE	03091338	JOHN	03091361	JOHN	03091364	JOHN	03091365	JOHN	03091366



ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

MÁRILLA

MAPA GEOLOGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST DE SÃO PAULO.



卷之三



ITAPETININGA

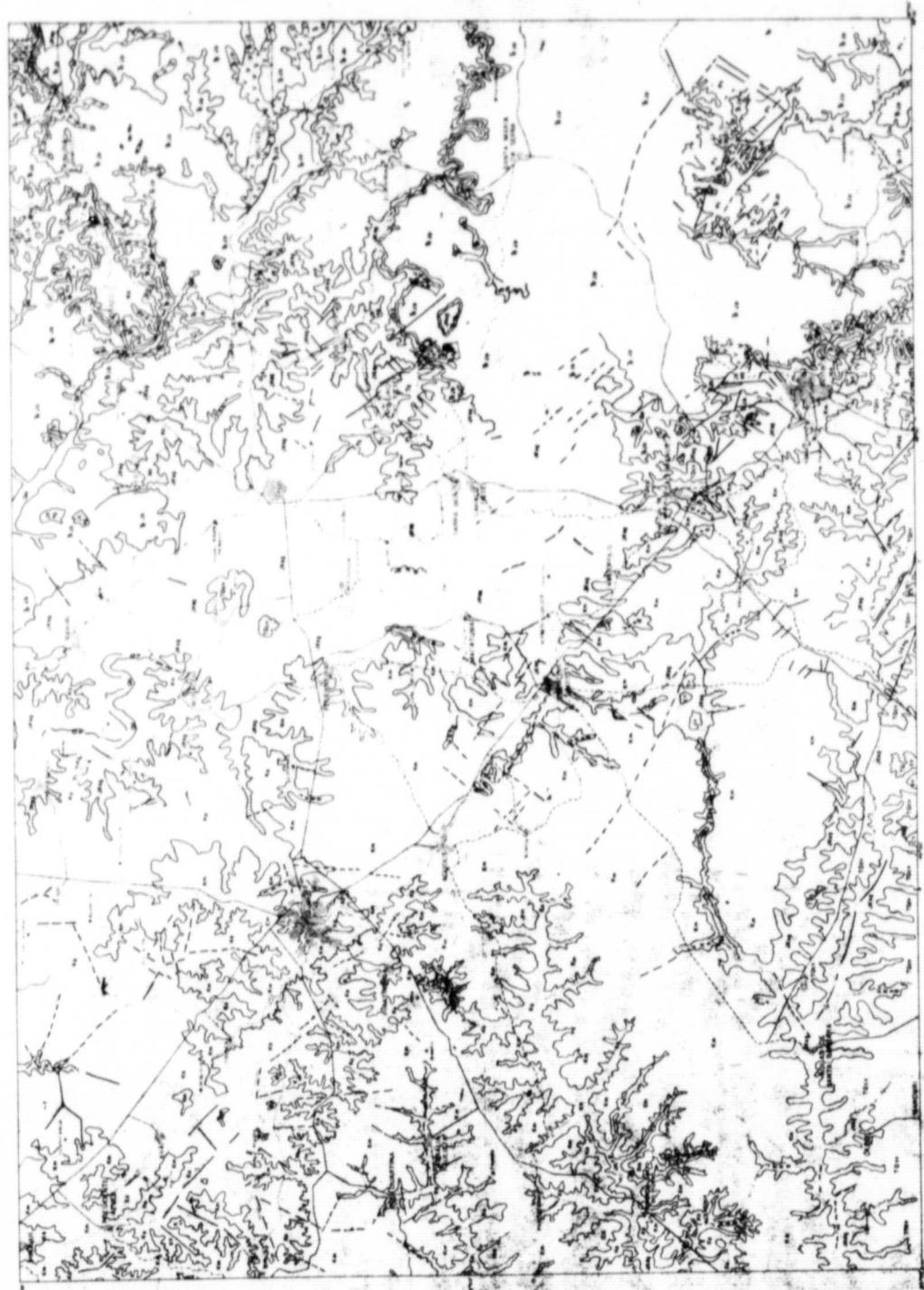


MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST DE SÃO PAULO.

SÍMBOLOS	LEGENDA		LEGENDA
	UNIDADE	DESCRIÇÃO	
1	01000001	01000002	01000003
2	01000004	01000005	01000006
3	01000007	01000008	01000009
4	01000010	01000011	01000012
5	01000013	01000014	01000015
6	01000016	01000017	01000018
7	01000019	01000020	01000021
8	01000022	01000023	01000024
9	01000025	01000026	01000027
10	01000028	01000029	01000030
11	01000031	01000032	01000033
12	01000034	01000035	01000036
13	01000037	01000038	01000039
14	01000040	01000041	01000042
15	01000043	01000044	01000045
16	01000046	01000047	01000048
17	01000049	01000050	01000051
18	01000052	01000053	01000054
19	01000055	01000056	01000057
20	01000058	01000059	01000060
21	01000061	01000062	01000063
22	01000064	01000065	01000066
23	01000067	01000068	01000069
24	01000070	01000071	01000072
25	01000073	01000074	01000075
26	01000076	01000077	01000078
27	01000079	01000080	01000081
28	01000082	01000083	01000084
29	01000085	01000086	01000087
30	01000088	01000089	01000090
31	01000091	01000092	01000093
32	01000094	01000095	01000096
33	01000097	01000098	01000099
34	010000100	010000101	010000102
35	010000103	010000104	010000105
36	010000106	010000107	010000108
37	010000109	010000110	010000111
38	010000112	010000113	010000114
39	010000115	010000116	010000117
40	010000118	010000119	010000120
41	010000121	010000122	010000123
42	010000124	010000125	010000126
43	010000127	010000128	010000129
44	010000130	010000131	010000132
45	010000133	010000134	010000135
46	010000136	010000137	010000138
47	010000139	010000140	010000141
48	010000142	010000143	010000144
49	010000145	010000146	010000147
50	010000148	010000149	010000150
51	010000151	010000152	010000153
52	010000154	010000155	010000156
53	010000157	010000158	010000159
54	010000160	010000161	010000162
55	010000163	010000164	010000165
56	010000166	010000167	010000168
57	010000169	010000170	010000171
58	010000172	010000173	010000174
59	010000175	010000176	010000177
60	010000178	010000179	010000180
61	010000181	010000182	010000183
62	010000184	010000185	010000186
63	010000187	010000188	010000189
64	010000190	010000191	010000192
65	010000193	010000194	010000195
66	010000196	010000197	010000198
67	010000199	010000200	010000201
68	010000202	010000203	010000204
69	010000205	010000206	010000207
70	010000208	010000209	010000210
71	010000211	010000212	010000213
72	010000214	010000215	010000216
73	010000217	010000218	010000219
74	010000220	010000221	010000222
75	010000223	010000224	010000225
76	010000226	010000227	010000228
77	010000229	010000230	010000231
78	010000232	010000233	010000234
79	010000235	010000236	010000237
80	010000238	010000239	010000240
81	010000241	010000242	010000243
82	010000244	010000245	010000246
83	010000247	010000248	010000249
84	010000250	010000251	010000252
85	010000253	010000254	010000255
86	010000256	010000257	010000258
87	010000259	010000260	010000261
88	010000262	010000263	010000264
89	010000265	010000266	010000267
90	010000268	010000269	010000270
91	010000271	010000272	010000273
92	010000274	010000275	010000276
93	010000277	010000278	010000279
94	010000280	010000281	010000282
95	010000283	010000284	010000285
96	010000286	010000287	010000288
97	010000289	010000290	010000291
98	010000292	010000293	010000294
99	010000296	010000297	010000298
100	010000299	010000300	010000301
101	010000302	010000303	010000304
102	010000305	010000306	010000307
103	010000308	010000309	010000310
104	010000311	010000312	010000313
105	010000314	010000315	010000316
106	010000317	010000318	010000319
107	010000320	010000321	010000322
108	010000323	010000324	010000325
109	010000326	010000327	010000328
110	010000329	010000330	010000331
111	010000332	010000333	010000334
112	010000335	010000336	010000337
113	010000338	010000339	010000340
114	010000341	010000342	010000343
115	010000344	010000345	010000346
116	010000347	010000348	010000349
117	010000350	010000351	010000352
118	010000353	010000354	010000355
119	010000356	010000357	010000358
120	010000359	010000360	010000361
121	010000362	010000363	010000364
122	010000365	010000366	010000367
123	010000368	010000369	010000370
124	010000371	010000372	010000373
125	010000374	010000375	010000376
126	010000377	010000378	010000379
127	010000380	010000381	010000382
128	010000383	010000384	010000385
129	010000386	010000387	010000388
130	010000389	010000390	010000391
131	010000392	010000393	010000394
132	010000396	010000397	010000398
133	010000399	010000400	010000401
134	010000402	010000403	010000404
135	010000405	010000406	010000407
136	010000408	010000409	010000410
137	010000411	010000412	010000413
138	010000414	010000415	010000416
139	010000417	010000418	010000419
140	010000420	010000421	010000422
141	010000423	010000424	010000425
142	010000426	010000427	010000428
143	010000429	010000430	010000431
144	010000432	010000433	010000434
145	010000435	010000436	010000437
146	010000438	010000439	010000440
147	010000441	010000442	010000443
148	010000444	010000445	010000446
149	010000447	010000448	010000449
150	010000450	010000451	010000452
151	010000453	010000454	010000455
152	010000456	010000457	010000458
153	010000459	010000460	010000461
154	010000462	010000463	010000464
155	010000465	010000466	010000467
156	010000468	010000469	010000470
157	010000471	010000472	010000473
158	010000474	010000475	010000476
159	010000477	010000478	010000479
160	010000480	010000481	010000482
161	010000483	010000484	010000485
162	010000486	010000487	010000488
163	010000489	010000490	010000491
164	010000492	010000493	010000494
165	010000496	010000497	010000498
166	010000499	010000500	010000501
167	010000502	010000503	010000504
168	010000505	010000506	010000507
169	010000508	010000509	010000510
170	010000511	010000512	010000513
171	010000514	010000515	010000516
172	010000517	010000518	010000519
173	010000520	010000521	010000522
174	010000523	010000524	010000525
175	010000526	010000527	010000528
176	010000529	010000530	010000531
177	010000532	010000533	010000534
178	010000535	010000536	010000537
179	010000538	010000539	010000540
180	010000541	010000542	010000543
181	010000544	010000545	010000546
182	010000547	010000548	010000549
183	010000550	010000551	010000552
184	010000553	010000554	010000555
185	010000556	010000557	010000558
186	010000559	010000560	010000561
187	010000562	010000563	010000564
188	010000565	010000566	010000567
189	010000568	010000569	010000570
190	010000571	010000572	010000573
191	010000574	010000575	010000576
192	010000577	010000578	010000579
193	010000580	010000581	010000582
194	010000583	010000584	010000585
195	010000586	010000587	010000588
196	010000589	010000590	010000591
197	010000592	010000593	010000594
198	010000596	010000597	010000598
199	010000599	010000600	010000601
200	010000602	010000603	010000604
201	010000605	010000606	010000607
202	010000608	01000	

BAURU

MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO



ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

ARAQUARA

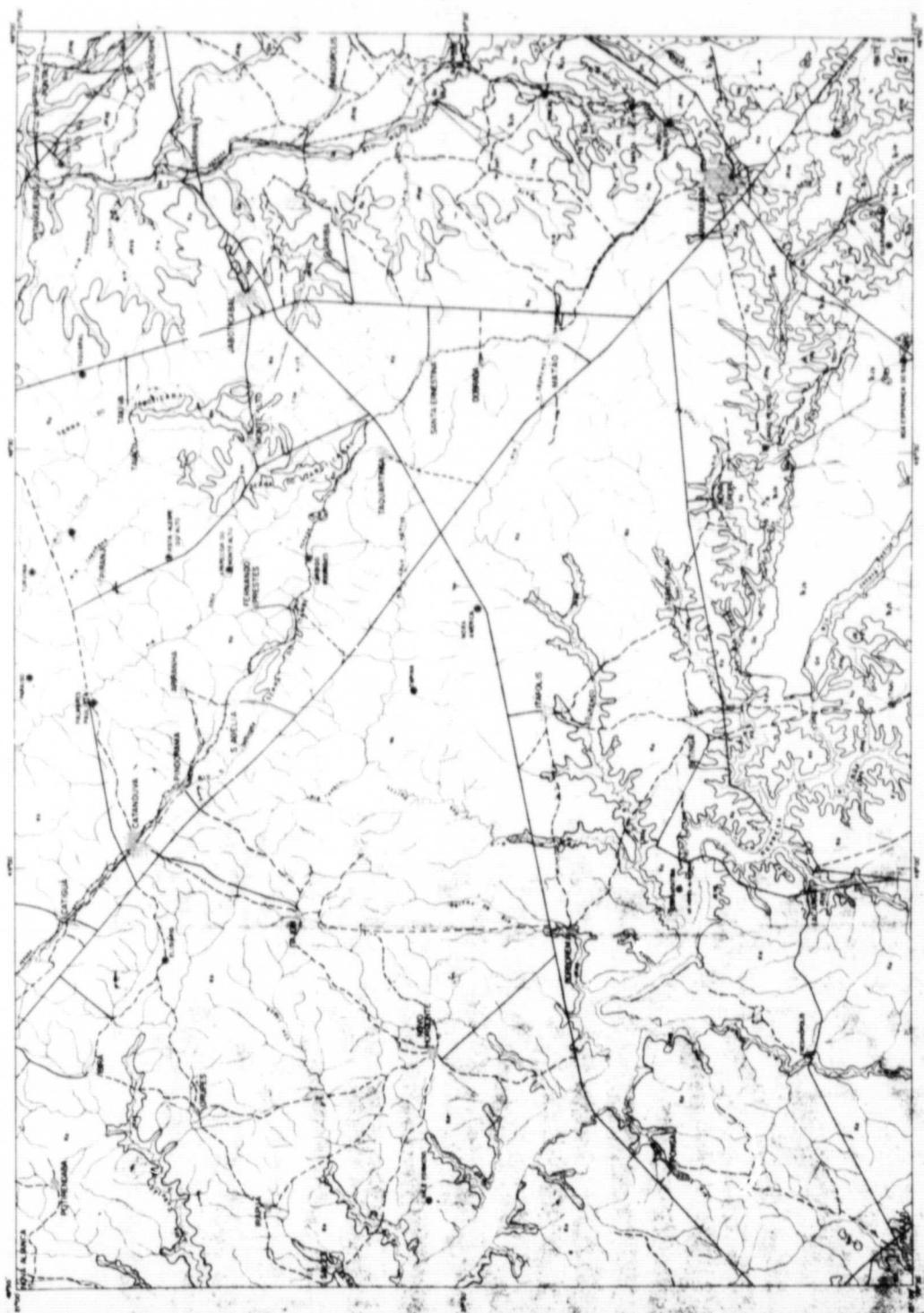
MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO.

卷之三

SEGURO	DETALHES
Carro de serviço	Carro de passeio
Carro de passeio	Carro de serviço
Carro particular	Carro particular

100

BRIEF REPORT

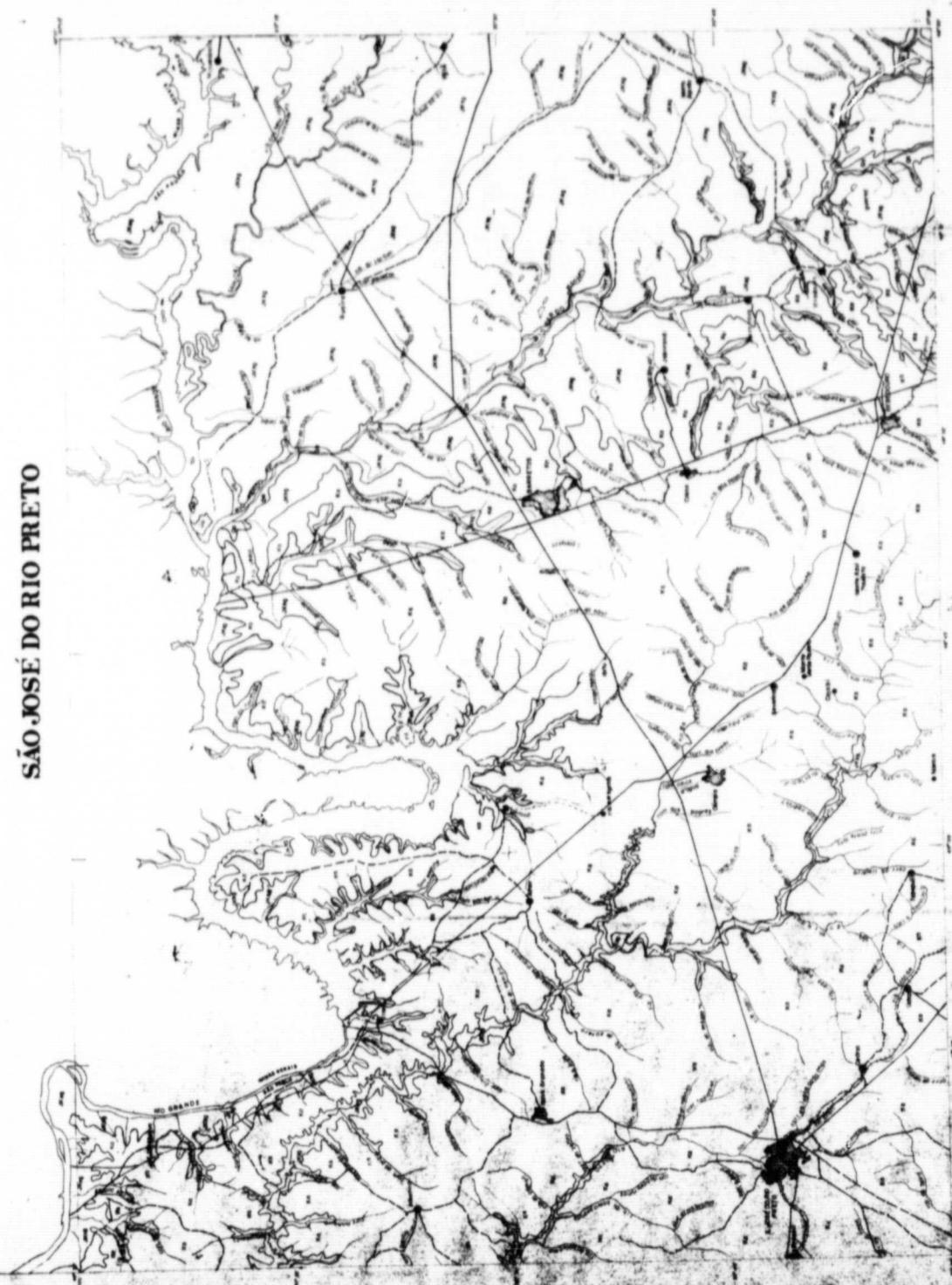
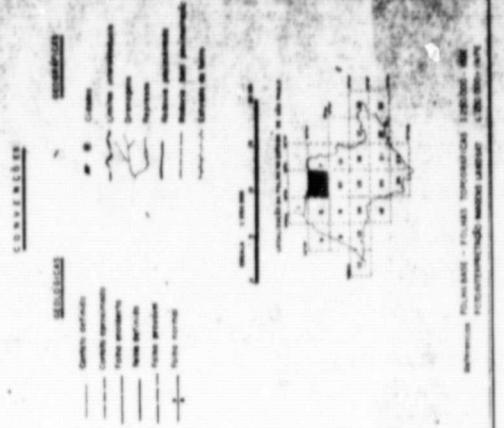


ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO.

LETRAS		LITERATURA		LITERATURA		LITERATURA	
LETRA	DETALHO	DETALHO	DETALHO	DETALHO	DETALHO	DETALHO	DETALHO
LETRAS00							
LETRAS01							
LETRAS02							
LETRAS03							
LETRAS04							
LETRAS05							
LETRAS06							
LETRAS07							
LETRAS08							
LETRAS09							
LETRAS10							
LETRAS11							
LETRAS12							
LETRAS13							
LETRAS14							
LETRAS15							
LETRAS16							
LETRAS17							
LETRAS18							
LETRAS19							
LETRAS20							
LETRAS21							
LETRAS22							
LETRAS23							
LETRAS24							
LETRAS25							
LETRAS26							
LETRAS27							
LETRAS28							
LETRAS29							
LETRAS30							
LETRAS31							
LETRAS32							
LETRAS33							
LETRAS34							
LETRAS35							
LETRAS36							
LETRAS37							
LETRAS38							
LETRAS39							
LETRAS40							
LETRAS41							
LETRAS42							
LETRAS43							
LETRAS44							
LETRAS45							
LETRAS46							
LETRAS47							
LETRAS48							
LETRAS49							
LETRAS50							
LETRAS51							
LETRAS52							
LETRAS53							
LETRAS54							
LETRAS55							
LETRAS56							
LETRAS57							
LETRAS58							
LETRAS59							
LETRAS60							
LETRAS61							
LETRAS62							
LETRAS63							
LETRAS64							
LETRAS65							
LETRAS66							
LETRAS67							
LETRAS68							
LETRAS69							
LETRAS70							
LETRAS71							
LETRAS72							
LETRAS73							
LETRAS74							
LETRAS75							
LETRAS76							
LETRAS77							
LETRAS78							
LETRAS79							
LETRAS80							
LETRAS81							
LETRAS82							
LETRAS83							
LETRAS84							
LETRAS85							
LETRAS86							
LETRAS87							
LETRAS88							
LETRAS89							
LETRAS90							
LETRAS91							
LETRAS92							
LETRAS93							
LETRAS94							
LETRAS95							
LETRAS96							
LETRAS97							
LETRAS98							
LETRAS99							
LETRAS100							
LETRAS101							
LETRAS102							
LETRAS103							
LETRAS104							
LETRAS105							
LETRAS106							
LETRAS107							
LETRAS108							
LETRAS109							
LETRAS110							
LETRAS111							
LETRAS112							
LETRAS113							
LETRAS114							
LETRAS115							
LETRAS116							
LETRAS117							
LETRAS118							
LETRAS119							
LETRAS120							
LETRAS121							
LETRAS122							
LETRAS123							
LETRAS124							
LETRAS125							
LETRAS126							
LETRAS127							
LETRAS128							
LETRAS129							
LETRAS130							
LETRAS131							
LETRAS132							
LETRAS133							
LETRAS134							
LETRAS135							
LETRAS136							
LETRAS137							
LETRAS138							
LETRAS139							
LETRAS140							
LETRAS141							
LETRAS142							
LETRAS143							
LETRAS144							
LETRAS145							
LETRAS146							
LETRAS147							
LETRAS148							
LETRAS149							
LETRAS150							
LETRAS151							
LETRAS152							
LETRAS153							
LETRAS154							
LETRAS155							
LETRAS156							
LETRAS157							
LETRAS158							
LETRAS159							
LETRAS160							
LETRAS161							
LETRAS162							
LETRAS163							
LETRAS164							
LETRAS165							
LETRAS166							
LETRAS167							
LETRAS168							
LETRAS169							
LETRAS170							
LETRAS171							
LETRAS172							
LETRAS173							
LETRAS174							
LETRAS175							
LETRAS176							
LETRAS177							
LETRAS178							
LETRAS179							
LETRAS180							
LETRAS181							
LETRAS182							
LETRAS183							
LETRAS184							
LETRAS185							
LETRAS186							
LETRAS187							
LETRAS188							
LETRAS189							
LETRAS190							
LETRAS191							
LETRAS192							
LETRAS193							
LETRAS194							
LETRAS195							
LETRAS196							
LETRAS197							
LETRAS198							
LETRAS199							
LETRAS200							
LETRAS201							
LETRAS202							
LETRAS203							
LETRAS204							
LETRAS205							
LETRAS206							
LETRAS207							
LETRAS208							
LETRAS209							
LETRAS210							
LETRAS211							
LETRAS212							
LETRAS213							
LETRAS214							
LETRAS215							
LETRAS216							
LETRAS217							
LETRAS218							
LETRAS219							
LETRAS220							
LETRAS221							
LETRAS222							
LETRAS223							
LETRAS224							
LETRAS225							
LETRAS226							
LETRAS227							
LETRAS228							
LETRAS229							
LETRAS230							
LETRAS231							
LETRAS232							
LETRAS233							
LETRAS234							
LETRAS235							
LETRAS236							
LETRAS237							
LETRAS238							
LETRAS239							
LETRAS240							
LETRAS241							
LETRAS242							
LETRAS243							
LETRAS244							
LETRAS245							
LETRAS246							
LETRAS247							
LETRAS248							
LETRAS249							
LETRAS250							
LETRAS251							
LETRAS252							
LETRAS253							
LETRAS254							
LETRAS255							
LETRAS256							
LETRAS257							
LETRAS258							
LETRAS259							
LETRAS260							
LETRAS261							
LETRAS262							
LETRAS263							
LETRAS264							
LETRAS265							
LETRAS266							
LETRAS267							
LETRAS268							
LETRAS269							
LETRAS270							
LETRAS271							
LETRAS272							
LETRAS273							
LETRAS274							
LETRAS275							
LETRAS276							
LETRAS277							
LETRAS278							



ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

MAPA GEOLÓGICO DO
GRUPO BAURU NO
EST. DE SÃO PAULO.

卷之三

卷之三

10

1

3

10

10

111

108

ORIGINAL PAGE
BLACK AND WHITE PHOTOGRAPH

FRANCIA

